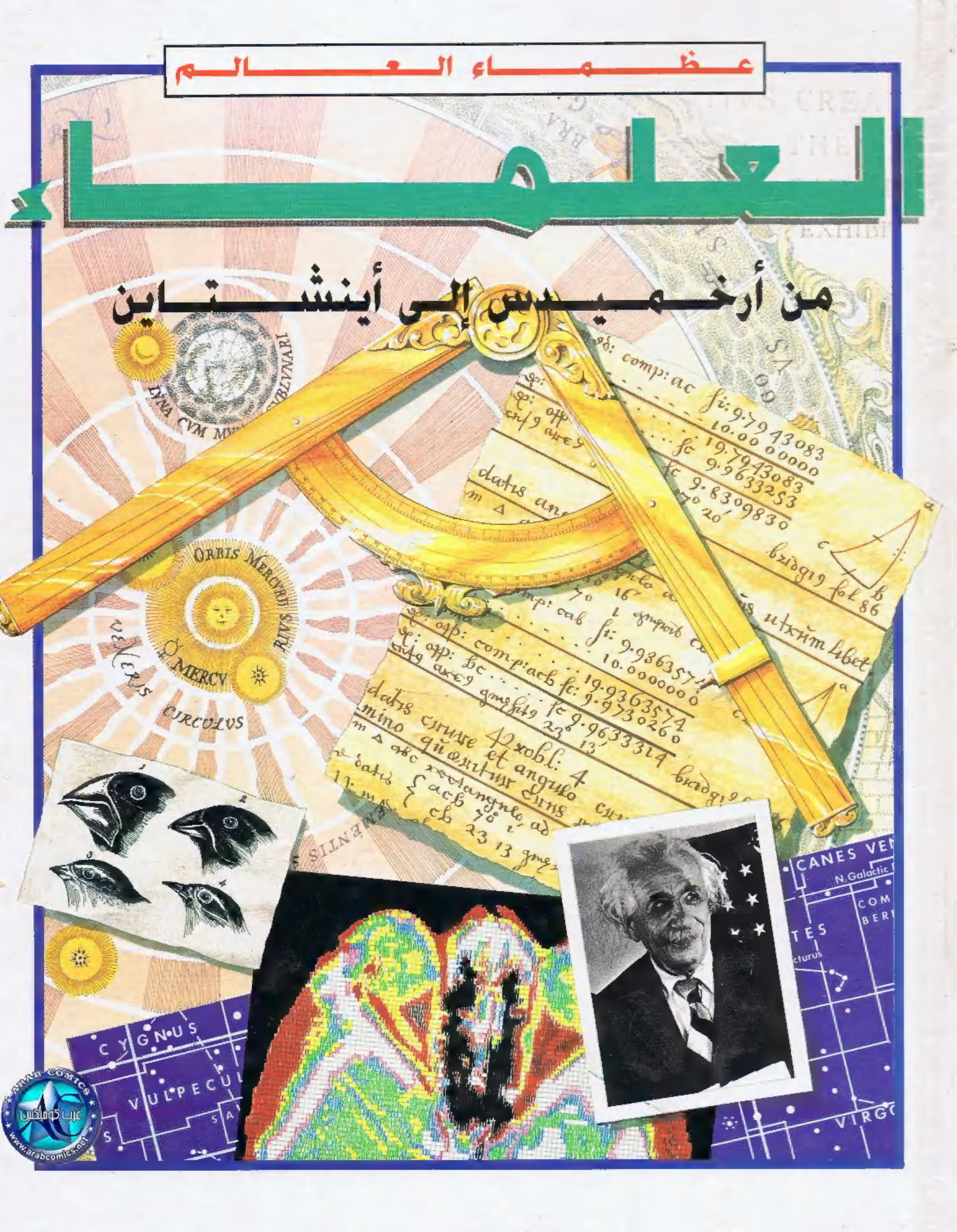

عظماء العالم
العلماء
من أرخميدس إلى أينشتاين
ORBIS MERCVRII
MERCV
CIRCULUS
CYGNUS
VULPECU
VIRGO
CANES VE
N.Galactic



عظماء العالم

العلماء

من أرخميدس إلى أينشتاين

تأليف

ستروان ريد باتريشا فارا

ترجمة حسان ملص

مراجعة د. محمد دبس

أكاديميا

بيروت - لبنان

المحتويات

مقدمة

هذا الكتاب يروي سِيَر حياة وأعمال بعض أعظم العلماء في العالم، منذ قيام الإنسان بعمليات الرصد المبكِّرة للسماء وحتى وضعه للنظريات الحديثة المتعلقة بالكون. وهو ليس شرحاً لتاريخ العلم بل وصفاً مفصلاً لأهم الإنجازات والاكتشافات التي كان لها كبير الأثر على حياة الناس في مختلف الأزمنة.

من هو العالِم؟

العلماء أناس يجمعون المعرفة عن العالم وعن كيفية عمله. ولكي يقوموا بذلك فإنهم يطرحون أسئلة ثم يحاولون الإجابة عنها باستخدام الملاحظة والتجربة. واليوم، يوجد في العالم عدد كبير من العلماء من مختلف الاختصاصات، لكن قبل 200 سنة تقريباً كان الناس لا يميزون بين فروع العلم المختلفة. ولم تكن كلمة «عالِم» «Scientist» معروفة قبل العام 1830.

اعتقد أغلب الناس لآلاف من السنين أن الأرض هي مركز الكون، كما يظهر هذا النقش العائد للقرن السادس عشر.

كيف بدأ العلم؟

بدأ العلم أولى خطواته كحاجة ضرورية لبقاء الإنسان من خلال البحث عن المعرفة التي تؤمن ذلك. فمثلاً، درس الصيادون الأوائل عادات الحيوانات التي اصطادوها وأنواعها، كما اكتشفوا استخدامات النباتات والأعشاب كغذاء ودواء، وتوصلوا إلى كيفية الاستفادة من المواد الطبيعية كالمعادن والفلزات. وبإجراء اختبارات على هذه المواد، طوّر الناس الوسائل لتحسين نوعية حياتهم.

رسم من القرن السادس عشر يبين سوائل يتم تسخينها وجمعها في قوارير.

واليوم نعتمد على العلم في كثير من الأشياء التي نسلّم بها وفي توفير الراحة والصحة والتسلية. وهذا الكتاب يحكي عن كثير من الناس الذين جعلوا هذه التطورات العلمية امراً ممكناً.

آفاق التوسع

المعرفة العلمية عملية دائمة التوسع، والحقائق العلمية في عصر ما غالباً ما تكون موضع تساؤل الناس في العصر الذي يليه. ويسلّم العلماء اليوم، بصورة عامة، بأن نظرياتهم سوف تنقَّح وتعدَّل في المستقبل. كما أن الاختراعات والاكتشافات الجديدة تغيّر أيضاً من نظرتنا إلى العالم. وعلى سبيل المثال، كان كثير من الأوروبيين في القرن الخامس عشر يعتقد أن السماء مصنوعة من كرات بلورية تحمل النجوم والكواكب حول الأرض. غير أن الاكتشافات التي تحققت بفضل اختراع التلسكوب دفعت الناس إلى نبذ هذه الفكرة. فبدأوا ينظرون إلى الكون على أنه أكبر مما كانوا يظنون في السابق. وذلك بدوره بدّل أفكار الناس عن موقعهم في الكون.

خريطة لمجرتنا مرسومة بالموجات الراديوية.

الترتيب التاريخي

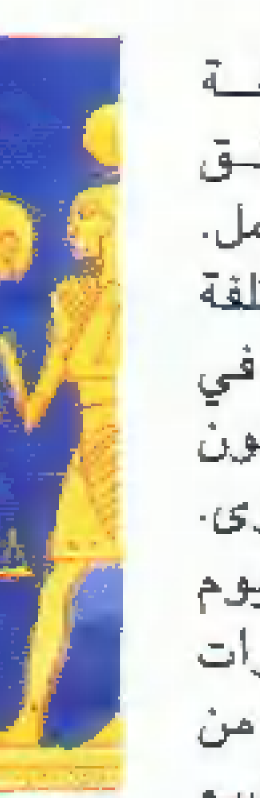
هذا الكتاب مرتّب حسب التسلسل التاريخي، فهو يبدأ بالأفكار العلمية الأولى والمهارات الطبية التي كانت سائدة في العالم القديم. ثم يتوقف الكتاب عند المفكرين العرب في القرون الوسطى والدور الحيوي الذي لعبوه في حفظ المعرفة التقليدية وتطويرها ونقلها إلى أوروبا في عصر النهضة. ومن هذه النقطة يبدأ الكتاب بكشف التطور التدريجي للعلم نحو الفروع العلمية المستقلة والمألوفة لنا اليوم. ويناقش الكتاب العلاقات المتغيّرة بين العلم والدين، والمصاعب التي واجهها كثير من العلماء الأوائل. وفي الكتاب أيضاً صفحات عن الجمعيات العلمية وعن الدور البالغ الأهمية للعالِمات والذي لم يقدّر حق قدره. وفي الصفحتين 46-47 بيان بالأحداث الرئيسية الواردة في الكتاب.

التواريخ

يعود بعض التواريخ الموجودة في الكتاب للفترة الواقعة قبل الميلاد. وقد أشير إليها بالحرفين ق.م. أما التواريخ المبكرة التي تلي ولادة المسيح فقد أشير إليها بالحرف م. أي ميلادية. وهناك بعض التواريخ مسبوقة بكلمة «حوالي» وهي ترد عندما يكون تاريخ الحدث غير معروف على وجه الدقة.

الأفكار العلمية الأولى

العلم هو عملية جمع المعرفة والإجابة عن أسئلة تتعلق بالعالم الذي نعيش فيه وكيف يعمل. ويُقسم العلم، اليوم، إلى فروع مختلفة كعلم الكيمياء وعلم الأحياء. ولكن في الأزمنة الغابرة لم يكن الناس يفرقون بين العلم وأشكال البحث الأخرى. فالكثير من الأسئلة التي نعتبرها اليوم علمية كانت تُعطى آنذاك تفسيرات دينية أو فلسفية. وهناك قلّة قليلة من «العلماء» الأقدمين المعروفين بالاسم ولكننا نملك ما يشير إلى أفكارهم.



تصور هذه اللوحة الزيتية المصرية الكوكبات (مجموعات النجوم) كآلهة.

المصريون القدماء

تعتبر حضارة مصر القديمة من أولى الحضارات في تاريخ العالم. وقد بدأت قبل أكثر من 5000 سنة ودامت أكثر من 3000 سنة. كان المصريون عمليون جداً واشتهروا بمهارتهم في أعمال البناء والحِرف اليدوية. وكانوا أيضاً مفكرين عِظاما لهم نظرياتهم وأفكارهم عن العالم المحيط بهم.



تبيّن هذه الجداريّة مساحاً مصرياً يأخذ بعض القياسات.

وقد استخدم كهنتهم الفلكيون مواقع القمر والنجوم كساعة عملاقة لتحديد مواقيت احتفالاتهم الدينية، مما مكّنهم من حساب موعد طوفان نهر النيل في كل سنة، وكان هذا الحدث مهماً جداً في السنة الزراعية. كما استخدموا معرفتهم بالنجوم لإعداد روزنامات عديدة. وقد يكون أول تقويم يقسّم السنة إلى 365 يوماً من وضع رجل مصري يدعى إمحوتب (أنظر ص 8).

سكان ما بين النهرين

كانت منطقة ما بين النهرين (تقع في دولة العراق اليوم) موقعاً لعدة حضارات قديمة، من بينها الحضارتان السومرية والبابلية. ازدهرت الحضارة السومرية قبل حوالي 4000 سنة ق.م. وقد نبغ السومريون في علمي الفلك والرياضيات وبرعوا في بناء هياكل ضخمة عُرفت باسم زقّورات.

كما ابتكروا نظاماً للكتابة عرف باسم الكتابة المسمارية. وكان هذا أول نظام للكتابة استخدمت فيه إشارات تجريدية، عوضاً عن صور للأشياء، لتمثيل الأصوات. كما استخدم السومريون أيضاً نظامين للعدّ. النظام العَشْري الذي استند على وحدات من العدد عشرة، والثاني استند على وحدات من العدد ستين.

أما الحضارة البابلية فقد ازدهرت في بلاد ما بين النهرين لأكثر من 1300 سنة ابتداء من 1900 ق.م. وقام الفلكيون البابليون بعمليات رصد كثيرة شملت الكسوفات والخسوفات والقمر وكوكبي الزهرة وعَطارد. وقد سمّوا الكوكبات بأسماء آلهتهم وقسموا السماوات إلى مناطق، وهذا ما شكّل لاحقاً الأساس لعلم التنجيم الاغريقي.

تمكّن البابليون من التنبؤ بالحركات المستقبلية للكواكب بالرجوع إلى قوائم مفصّلة عن الحركات الكوكبية كانوا قد جمعوها على مدار سنوات طويلة. أما الغرض من هذا العمل فهو جمع الروزنامات والتنبوء بالمستقبل وليس تفسير حركات الكواكب. وقد تخيّل البابليون العالم وكأنه قرص مسطحٌ عائم على البحار، ويُذكر هنا أن مدينة بابل كانت مُحاطة بالجبال.



خريطة حجرية بابلية للعالم حوالي سنة 600 ق.م.

أميركا الوسطى

قبل حوالي 2000 سنة ق.م. نشأت في المكسيك وأجزاء من أميركا الوسطى حضارات عديدة. وإحدى أعظم هذه الحضارات هي حضارة المايا (300 ق.م. إلى 900 م). وقد شملت الحضارات التالية حضارتي التولتيك والأزتيك.

مرصد مایاني في تشيشن ايتزا، في المكسيك.

طاليس الميليتوسي (حوالي 624-546 ق.م.)

وأن الأرض هي عبارة عن قرص يطفو على الماء. ويعتبر عمل طاليس مهماً جداً لأنه حاول إعطاء تفسيرات طبيعية لظواهر محيِّرة. قال مثلاً إن سبب الهزات الأرضية لا يعود إلى غضب الآلهة بل إلى تفجُّر المياه الساخنة في المحيطات.

فيثاغورس

ولد فيثاغورس في جزيرة ساموس وأصبح أحد أكثر فلاسفة اليونان القدماء احتراماً وتقديراً. وقد زار في ريعان شبابه مصر وبابل وتأثر بقوة بالكثير من الأفكار التي اطلع عليها هناك. ثم أصبح زعيماً دينياً مهماً عرف أتباعه باسم المذهب الفيثاغوري.

استندت أفكار فيثاغورس حول الكون على تشديده على أهمية أعداد خاصة والتناظر في كل شيء. وبسبب شغفه بكل ما هو جميل ومرتب فقد اعتقد مع أتباعه أن الكواكب تتحرك في دوائر وأن السماء والأرض كرويتان. وكانت هذه الأفكار لا تزال ذات تأثير كبير بعد مرور 2000 سنة.

قطعة نقود أثينية تصوِّر فيثاغورس (حوالي 560-480 ق.م.)

يصور هذا الحجر الازتيكي النجوم والكواكب. وقد تبنى الازتيكيون (حوالي 1300-1521) التقويم المایاني.

العلم اليوناني القديم

كان العلماء في اليونان القديمة يُعرفون باسم «الفلاسفة»، وتعني الكلمة «عشاق المعرفة». ودرس الفلاسفة إلى جانب الموضوع الذي نعرفه اليوم باسم الفلسفة (دراسة الأفكار)، مواضيع علمية مثل الرياضيات والبيولوجيا والفلك والجغرافيا. فقد كانوا يجمعون ما أمكنهم من المعلومات لمساعدتهم في أبحاثهم.

طاليس الميلاطي

أنشىء في شرق البحر الأبيض المتوسط أول مركز مهم للعلم اليوناني. وكان من أكثر الفلاسفة نفوذاً في هذا المركز طاليس الذي قدم من مرفأ ميلاطوس الذي يقع اليوم في تركيا. وهو رياضي وفلكي رأى أن الماء هو المكوِّن الرئيسي لكل الأشياء

قسَّم المايا العالم إلى أربعة «اتجاهات» أو أقاليم ارتبط كل واحد منها بشجرة وعصفور. وكانوا يعتقدون بأن العالم مصنوع من ظهر تمساح عملاق موجود في بركة.

قسم من روزنامة مايانية. استخدم المايان النقط والشرطات والخطوط المنحنية للإشارة إلى التواريخ.



إستنبط فيثاغورس علاقة حجم الأجراس بمقدار الأصوات التي تُصدرها.



العلم في اليونان القديمة

كان أهل اليونان القديمة يستخدمون القصص التي تروي عن آلهتهم في تفسير أشياء وجدوها محيّرة ومربكة. فعلى سبيل المثال، أطلقوا على إله البحر «بوزيدون» لقب«مزلزل الأرض» لأنهم كانوا يعتقدون أنه يسبب الزلازل حين يغضب. وقد بدأ بعض الناس منذ القرن السادس قبل الميلاد البحث عن تفسيرات عملية أكثر عن كيف ولماذا تبدو الأشياء وتتصرف على ما هي عليه. وفي سبيل الحصول على هذه المعرفة طرحوا العديد من الأسئلة وأجروا الكثير من الملاحظات والحسابات حول مختلف الأشياء الموجودة في العالم المحيط بهم.

قطعة نقد يونانية تظهر بوزيدون.

أكاديميّة أثينا

يعتبر أفلاطون مؤسس الفلسفة الغربية. ولد في أثينا وتتلمذ على يد سقراط، الفيلسوف اليوناني الذائع الصيت. وفي الثلاثينات من عمره، عزم أفلاطون على السفر فزار الكثير من الأراضي المحيطة بالبحر الأبيض المتوسط والتقى فيها فلاسفة آخرين.

عند عودته إلى أثينا في العام 388 ق.م. قرّر أفلاطون أن يصبح معلّماً. وفي السنة التالية أسّس «الأكاديمية» وهي مدرسة ذاع صيتها في جميع أنحاء العالم اليوناني، واستمرت لأكثر من 900 عام حتى أقفلها الامبراطور الروماني جوستينيان عام 529 م.

فسيفساء تظهر فلاسفة في الأكاديمية.

عمل أفلاطون وتأثيره

طوّر أفلاطون مجموعة من التعاليم عرفت باسم «نظرية الأفكار» وصلت إلينا عن طريق الفلاسفة العرب. وكانت تعاليمه مهمة جداً للمفكرين اللاحقين لأنها ربطت التفكير العلمي بالدين والفلسفة. رأى أفلاطون أن كلّ ما نكتشفه بواسطة حواسنا الخمس (البصر والسمع والذوق والشمّ واللمس) إنما هو مظهر خارجي. وآمن أنّ الحقيقة هي شيء لا يمكننا ملاحظته بل تأمله بواسطة عقولنا. وقد أصبح هذا المبدأ أحد أسس الفكر الغربي اللاحق. ورغم أنّ أفلاطون أثر تأثيراً كبيراً على الفلاسفة والعلماء الذين جاؤوا من بعده، إلاّ أنّ آراءه غالباً ما تُعتبر اليوم عائقاً أمام العلم التجريبي الحديث.

أفلاطون (427-347 ق.م).

ومرد ذلك عدم تشجيع أفلاطون للتجربة معتقداً أن الملاحظة تشوّش البحث عن المعرفة النظرية الخالصة فمثلاً كان يعتقد أنّ حركات الكواكب تُفهم بشكل أفضل بواسطة العقل وليس بالملاحظات الدقيقة. وشدّد على كون الرياضيات مفتاح كل معرفة، لكنه على عكس أرخميدس (أنظر الصفحة التالية) لم يهتم بفائدتها العملية التطبيقية.

معلّم الإسكندر

ولد أرسطو (384-322 ق.م.) في مقدونيا الواقعة شمال شرق اليونان. توفي أهله وهو لا يزال صغيراً فأرسله وليّ أمره للدراسة في أكاديمية أفلاطون. عند وفاة أفلاطون غادر أثينا وجال لمدة اثني عشر عاماً في اليونان وآسيا الصغرى وعاد إلى مقدونيا عام 343 ق.م. وخدم لثلاثة أعوام مدرّساً للأمير الصغير الاسكندر المقدوني (الذي أصبح الاسكندر الكبير). وبعد أن خلف الإسكندر أباه على العرش عاد أرسطو إلى أثينا وأسّس مدرسته الخاصة «ليسيوم». بعد موت الإسكندر عام 323 ق.م. غادر أرسطو أثينا للمرة الأخيرة واعتزل في منزله في خِلْقيس على جزيرة أوبة حيث مات.



قطعة فسيفساء تظهر الإسكندر في معركة.

رسم على كاس يونانية يظهر فيه تلامذة يدرسون.



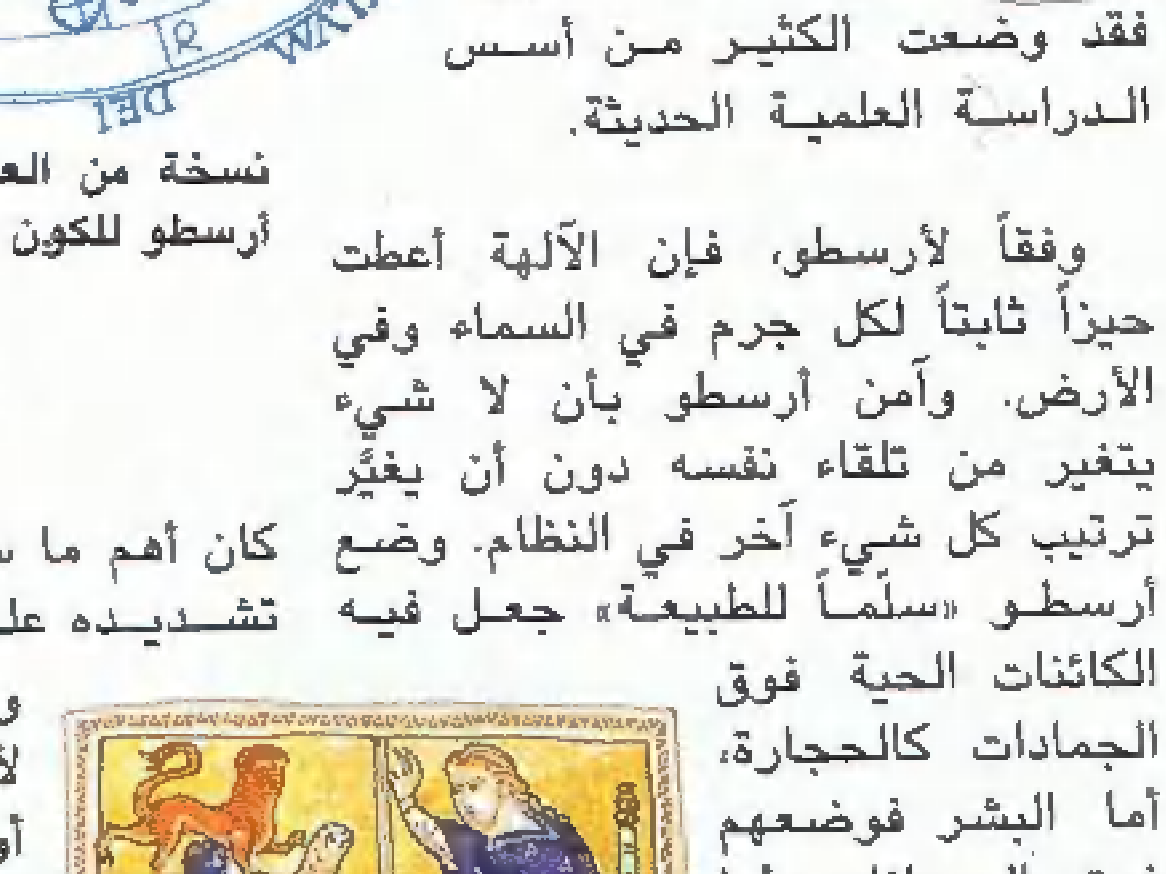
التعليم في الليسيوم

اختلفت معتقدات أرسطو عن معتقدات أفلاطون كثيراً. فقد رأى، على عكس أفلاطون، أنه من الضروري تجميع أكبر قدر ممكن من المعلومات. أمّا كتاباته التي وصلتنا عبر العصور بواسطة الفلاسفة العرب فقد وضعت الكثير من أسس الدراسة العلمية الحديثة.



نسخة من العصور الوسطى توضح نظرة أرسطو للكون

وفقاً لأرسطو، فإن الآلهة أعطت حيزاً ثابتاً لكل جرم في السماء وفي الأرض. وآمن أرسطو بأن لا شيء يتغير من تلقاء نفسه دون أن يغيّر ترتيب كل شيء آخر في النظام. وضع أرسطو «سلّماً للطبيعة» جعل فيه الكائنات الحية فوق الجمادات كالحجارة، أما البشر فوضعهم فوق الحيوانات وأما الآلهة فهي التي تسودهم جميعاً.



رسم من العصور الوسطى يظهر سلم ارسطو الطبيعي

اعتقد أرسطو أنّ الكون مؤلف من سلسلة من الأغلفة، كل واحد منها ضمن الآخر، وتحيط كلها بأرض كروية. ووفق هذا الاعتقاد يحيط بالأرض مباشرة غلاف جوي ويليه أغلفة التراب والماء والهواء والنار.

ووراء غلاف النار تقع منطقة تحتوي على مادة اسمها «الأثير». بعد ذلك، توجد أغلفة تحمل الكواكب والنجوم. وأخيراً يحيط غلاف بكل هذه الأغلفة يتحكم في حركة المجموعة بكاملها.

تأثير أرسطو

كان أهم ما ساهم به أرسطو في العلم تشديده على الملاحظة الدقيقة والتصنيف المفصّل. وكان لأفكاره تأثير عظيم في أوروبا مدة 1500 عام، ولم توضع موضع شك لغاية عصر النهضة وظهور غاليليو (أنظر ص 18). لم يكن نظام أرسطو جامداً بحدّ ذاته، لكن الكثير من الناس استخدموه في العصور الوسطى لتبرير النظام الإقطاعي والحفاظ عليه. وهو نظام اجتماعي صارم يحكم بموجبه الملوك النبلاء الذين يحكمون بدورهم الفلاحين.

رسم يظهر المهن الثلاث الأساسية في العصور الوسطى: الكهنة والمحاربون والفلاحون.



رياضي ومخترع

ولد أرخميدس في المستعمرة اليونانية سرقوسة في جزيرة صقلية. كان رياضياً لامعاً درس في مدرسة «المتحف» المشهورة في الاسكندرية بمصر. مات مقتولاً على يد الرومان عندما استولوا على سرقوسة عام 212 ق.م.

أرخميدس (287-212 ق.م).

وقد اشتهر من خلال قانونه المعروف بـ مبدأ أرخميدس» الذي ينص على أنه عندما يُغمر جسم في سائل، يتعرّض لقوّة تدفعه إلى أعلى تساوي وزن السائل المزاح. ويقال إن أرخميدس صاح «أوريكا» (أي «وجدتها») عندما رأى أن جسمه أزاح الماء عند دخوله المغطس.

صورة من العصور الوسطى تمثل أرخميدس في مغطسه.

رياضيات عملية

استخدم أرخميدس علم الهندسة لقياس المنحنيات ومساحات الأجسام الصلبة وحجومها. وقد صمّم أنظمة رفع ميكانيكية مثل شادوف أرخميدس لتفريغ الماء من السفن المغمورة. ولا يزال هذا المبدأ يستعمل لرفع الماء من مستوى إلى آخر.

فسيفساء تظهر مقتل أرخميدس على يد جندي روماني.



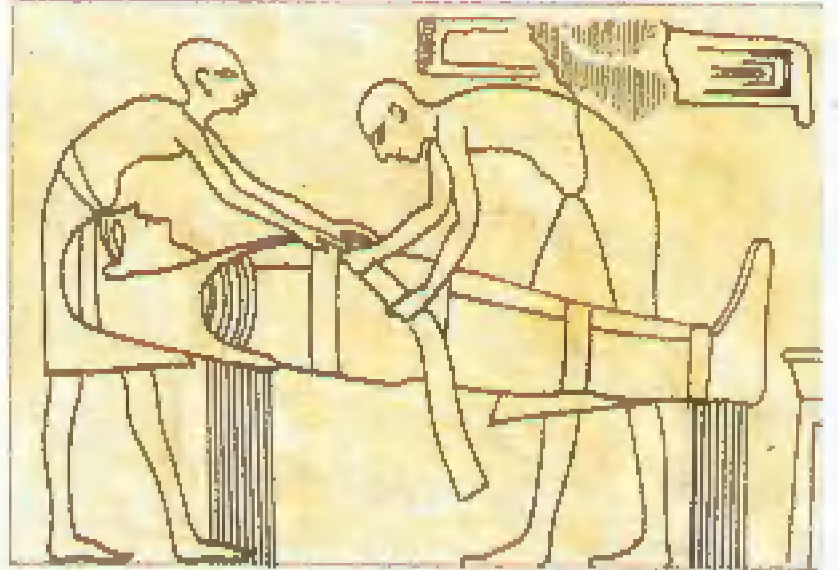
الطب في العالم القديم

كان على الناس دائماً أن يتعاملوا مع السقم والمرض والموت. وكانت تعليلاتهم وسبل علاجهم تختلف من منطقة إلى أخرى عبر التاريخ. وفي أماكن كثيرة كان المرض يعتبر سمًا أو سحرا يجتاح الجسم، أو كان ينسب إلى آلهة غاضبة تسرق روح الإنسان. وكان المعالجون الأولون أطباء وكهنة في نفس الوقت. وكانوا يؤمنون أن العلاج الطبي قد يخفف المرض إلا أن سبب العلّة الأساسي لا يمكن معالجته إلا بالضروع إلى الآلهة وتقديم الأضاحي لها.

الطب المصري

كان المصريون القدماء جراحين بارعين جداً، استعملوا أنواعاً مختلفة من العقاقير والتقنيات الجراحية. وكانت معرفتهم في علم التشريح ممتازة بفضل ممارستهم للتحنيط (حفظ جثث الموتى)، وآمنوا أن روح الإنسان الميت، أو الكا، قد تموت إذا ما تعفّن الجسد. لذا كانوا يحفظون الجسد بعناية قدر المستطاع لتأمين مأوى للروح.

أولاً يتم تنظيف الجثة ثم ينزع منها الدماغ والأعضاء الداخلية (كالقلب والكبد والرئتين) فتغسل في النبيذ



جدارية فرعونية تظهر جانباً في عملية التحنيط.

وتحفظ بعد ذلك في جرار فخارية، تسمى جراراً كنوبية، خاصة مع أعشاب حافظة. ثم يُخاط الجسد بعد حشوه بالعطور والراتنج الزكي الرائحة. بعدها يكسى بالنطرون (مزيج من أملاح الصوديوم يمتص الرطوبة) ويجفف لمدة 35 يوماً. وفي النهاية يطلى بالراتنج ويلف بالكتان ويوضع في تابوت محكم السدّ. وكان إمحوتب (عاش حوالي سنة 2650 ق.م.) من أشهر الأطباء المصريين كما كان أيضاً مهندساً وكاهناً رفيع المستوى.

جرّة كنوبية فرعونية زاهية الألوان.



إمحوتب

الطب الهندي

يعتبر كتاب الايورڤيدا من أشهر كتب الطب الهندية القديمة وقد تم جمعه في الهند حوالي سنة 700 ق.م. وفيه كان ينظر إلى المرض على أنه اختلال في توازن المواد المكونة للجسم. وقد استخدم الأطباء الهنود الأدوية لاستئصال المواد المؤذية واستبدال مواد أكثر انسجاماً مع الجسم بها. ويبين كتاب الايورڤيدا أن الأطباء الهندوس كانوا على معرفة جيدة بالحمية والجهاز الهضمي.

برع الهنود القدماء في العلاج الجراحي، ويوضح كتاب الايورڤيدا أنواعاً كثيرة ومختلفة من الأدوات الجراحية. وقد تمرّس أطباؤهم في إجراء العمليات خصوصاً في المعدة والمثانة. كما تمكنوا أيضاً من إزالة سدّة العين (إعتام العدسة) واشتهروا بالجراحات التجميلية (إعادة ترميم جروح الجسد) واستخدموا الشعر في تقطيب الشفاه الممزقة.



رسم هندي يظهر نوعاً من الجراحة التجميلية للأنف.

الطب الصيني

في القرن السادس قبل الميلاد قال فيلسوف صيني يدعى كونفوشيوس (551-479 ق.م.) إن البشر مرتبطون ارتباطاً وثيقاً بعالم تسيطر عليه قوتان متناقضتان هما القوة السالبة (الين) والقوة الموجبة (اليانغ). واعتبر أن تناغم الكون وصحة الناس يتوقفان على توازن هاتين القوتين. وإلى اليوم لا يزال الكثير من الصينيين يؤمنون أن هاتين القوتين تحومان حول الجسد بشكل أرواح أو سوائل. ويمكن الحفاظ على تدفق محايد لهاتين القوتين عن طريق إدخال إبر في نقاط معينة من الجسد. هذه التقنية المعروفة «بوخز الإبر» تستعمل لتخفيف ألم العمليات الجراحية بدلاً من العقاقير. وتستعمل اليوم في الصين، وبشكل متزايد في الغرب، طريقة الوخز بالإبر مع أشكال الطب البديل بالإضافة إلى العقاقير والجراحة.



رسم صيني يبين كيفية جسّ النبض.

تمثال صيني خشبي من القرن السابع عشر لوخز الابر

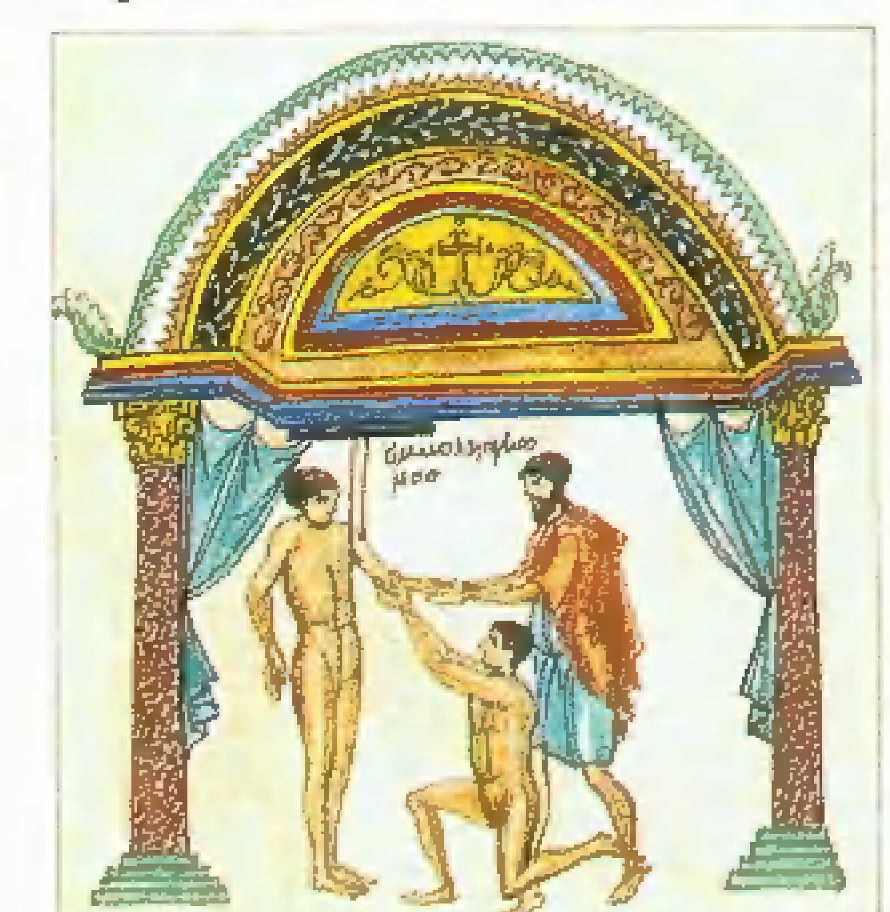
الطب الإغريقي

في القرن الخامس قبل الميلاد، ذاع صيت مدرسة الطب المبنية على جزيرة كوس اليونانية الصغيرة. كان الأطباء في كوس بارعين في معالجة إصابات العظم، لكنهم عرفوا القليل عن الأعضاء الداخلية. وكانوا يعتقدون أن المرض سببه خلل في التوازن الجسدي بين أربعة خلائط في البدن هي: الدم والسوداء والصفراء والبلغم، وبين أربع خاصيات مرتبطة هي: الحرارة والبرودة والجفاف والرطوبة.

صورة لأبقراط (حوالي 450-370 ق.م.) تعود إلى القرن 14

كانت جزيرة كوس مقر أبقراط المعروف «بأبي الطب». وكان، كالأطباء الحاليين، يصر على الاحتفاظ بسجلات طبية يدوّن فيها العلاجات الفاشلة والناجحة. شدّد أبقراط على أهمية ترك الجسد يشفي طبيعياً، فكان مقلاً في استعمال العقاقير وينصح بأخذ حمامات دافئة مهدئة للأعصاب واتباع حمية بسيطة. وكان الناس في ذلك الوقت يعتقدون أن بعض الأمراض، كالصرع مثلاً، هي عقاب من الآلهة، لكن أبقراط كان يرفض بشدة مثل هذا الاعتقاد ويعتبر أن للصرع أسباباً طبيعية.

هذا الرسم من القروس الوسطى يبيّن كيفية معالجة ذراع مخلوعة لمريض يوناني.



مجموعة من أدوات جراحية إغريقية تعود إلى القرن الثاني ق.م.

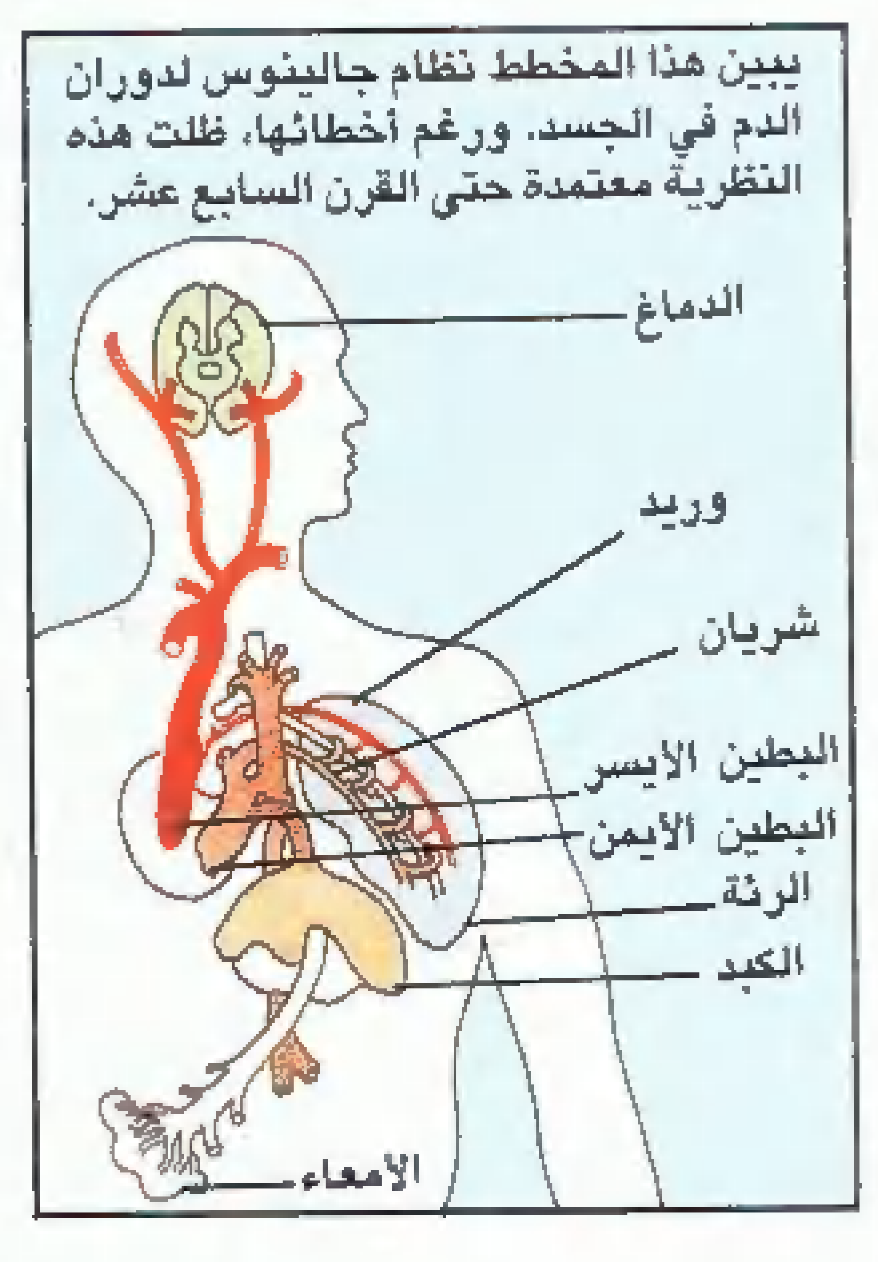
ترك الطب الإغريقي أثراً كبيراً على أوروبا في القرون الوسطى وفي عصر النهضة. وقد جمع علماء يونانيون تعاليم أبقراط في كتاب طبي ضخم سمّي «مجموعة أبقراط»، وظلت مدارس الطب الأوروبية تعتمد أجزاء منه حتى القرن التاسع عشر. واليوم، يُقسم الأطباء، عند تخرّجهم، قسماً بالعمل لمصلحة المريض، وهذا العهد يعرف بـ «قَسَم أبقراط» تيمناً به.

الطب الروماني

يعد جالينوس أشهر أطباء الرومان على الإطلاق. ولد في مدينة برغاما في آسيا الصغرى (تركيا حالياً) عن أب مهندس اغريقي. في العام 161 م. انتقل للعيش في روما حيث أمضى معظم حياته الناشطة. وقد مارس الطب فعرف نجاحاً كبيراً حتى أنه عُيِّن طبيباً خاصاً لعائلة الامبراطور.

سيطرت أعمال جالينوس على الفكر الطبي عند العرب والأوروبيين في القرون الوسطى. وكان له أبحاث مهمة في تركيب الجسد ووظائفه. إلا أنه لم يستطع دراسة التشريح بتقطيع جثث الموتى حيث كان هذا العمل محرَّماً، فاضطر إلى استخدام جثث القرود والخنازير. لكن الاختلاف بين البشر والحيوانات جعل نظرياته مشوبة بأخطاء كثيرة ظلت مقبولة حتى ظهور أعمال فيزاليوس في القرن السادس عشر (أنظر ص 16).

كان نظام جالينوس التشريحي خاطئاً في أمور عدة. فقد وضع الأوردة (التي تحمل الدم إلى القلب) في الجهة اليمنى من الجسد والشرايين (التي تحمل الدم من القلب إلى مختلف أنحاء الجسد) في الجهة اليسرى. واعتقد أن الدم ينزّ من خلال المسام الموجودة في حجاب (جدار داخلي) القلب.



يبين هذا المخطط نظام جالينوس لدوران الدم في الجسد. ورغم أخطائها، ظلت هذه النظرية معتمدة حتى القرن السابع عشر.

درّس جالينوس أن القلب يضخ الدم في الشرايين مع شيء يدعى «النَّفَس» (وهي نوع من الروح تحصل عليه الرئتان عند تنشق الهواء). ورأى أن الدم يُضَخ إلى الأعضاء المحتاجة إليه ولا يجري في حركة دائرية. وهذه نظرية خاطئة، لكن أحداً لم يدرك كيفية دوران الدم باستمرار في الجسد إلا مع الطبيب الانكليزي «ويليام هارفي» في القرن السابع عشر (أنظر ص 17).

تمثال نصفي لجالينوس (حوالي 129-200 ق.م.).

العلوم الإسلامية

في القرن السابع الميلادي، دعا النبي محمد ﷺ في شبه الجزيرة العربية إلى دين جديد هو الإسلام. وبعد مئة عام على وفاته في العام 632 كان أتباعه المسلمون يقيمون امبراطورية شاسعة تمتد من اسبانيا (الأندلس) حتى مشارف الصين. وقد عرفت الفنون والعلوم ازدهاراً في العالم العربي خصوصاً بين العامين 900 و 1200. وفضلاً على مساهمتهم في العلوم، استوعب العرب الأفكار العلمية من أنحاء امبراطوريتهم الشاسعة، خصوصاً من اليونان والفرس. وبهذه الطريقة ساهم المفكرون المسلمون في نقل أفكار العالم القديم إلى أوروبا القرون الوسطى، ولولاهم لضاع معظم هذه المعلومات.

رسم إسلامي للفيلسوف اليوناني ارسطو (انظر ص 6) مع أحد التلاميذ.

مفكّر عظيم

كان ابن سينا، المعروف في أوروبا باسم Avecenna، عالماً علامة كتب ما يقارب 270 كتاباً في مواضيع وميادين شتى. ولد ابن سينا في مدينة بخارى في بلاد فارس. وفي سن السادسة عشرة بدأ عمله في الطب. وقد عمل خلال فترات مختلفة من حياته في تدريس العلوم. كما دخل أيضاً معترك السياسة فعمل كمستشار للحاكم الفارسي. وتوفي ابن سينا نتيجة التهاب في البطن، إلا أن ثمة شكوكاً في أنه مات مسموماً.

ابن سينا (980-1037) يعلّم مجموعة من التلاميذ.



مخطوطة إسلامية تبيّن طبيب أسنان يقتلع ضرساً

كتب ابن سينا كتاب «القانون»، وهو كتاب ضخم في الطب أثّر في التعليم الطبي في أوروبا حتى القرن السابع عشر. وكانت تعاليم الإسلام تمنع تشريح جسم الإنسان، لذلك عرض الكتاب أساساً إلى تشخيص الأمراض ومعالجتها وتحضير الأدوية والعقاقير. كما وضع ابن سينا موسوعة «الشفاء» الضخمة التي اشتملت على شتى المواضيع، من الفلسفة إلى الرياضيات والفيزياء.

سيّد الخيمياء

شغلت الخيمياء مكانة عظيمة في الفكر العربي. وكان الخيميائيون يبحثون عن طريقة لتحويل المعادن الوضيعة، كالحديد، إلى ذهب. وكانت الدراسات الخيميائية مهمة جداً لأنها لجأت إلى التجربة رغم استعمالها السحر والشعوذة، ممّا جعلها تعبّد الطريق أمام عدّة علوم حديثة مثل الكيمياء والتعدين (دراسة المعادن).

الإمبيق أداة كيميائية تستخدم في التقطير.

ولد الرازي (حوالي 854-935)، الذي اشتهر في أوروبا القرون الوسطى باسم «رازس»، في مدينة الريّ بإيران. وهو من أعظم الخيميائيين المسلمين وأحد أبرز الأطباء في القرنين التاسع والعاشر، إلا أن تساؤلاته في التعاليم الدينية خفّفت من شعبيته لدى أوساط رجال الدين النافذين.

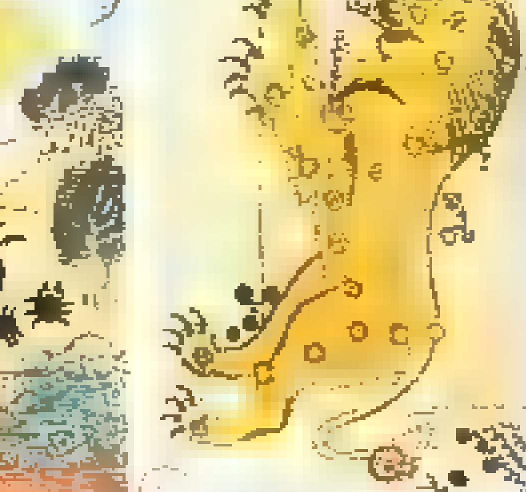
كرّس الرازي أوّل حياته للخيمياء ورفض الكثير من سحر الخيميائيين وشعوذاتهم وركّز أكثر على أفكارهم التجريبية. كما اهتم كثيراً بسبل استعمال المواد الكيميائية وفسّر بوضوح بعض التقنيات المستعملة في الخيمياء كالتقطير (غلي السائل حتى يتبخر ثم تبريده ليعود سائلاً من جديد).

أدوات نحاسية تستخدم في الضرب بالرمل لكشف الغيب.

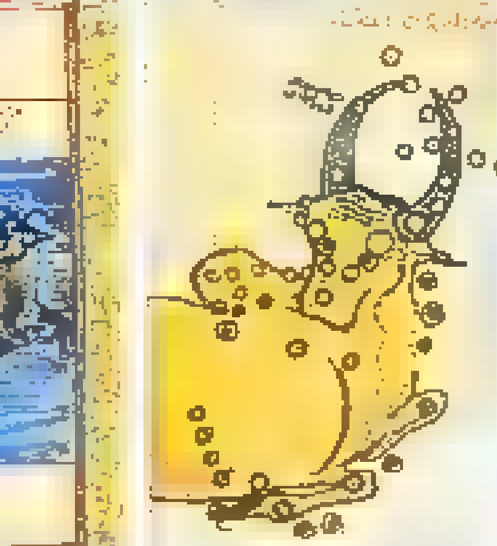
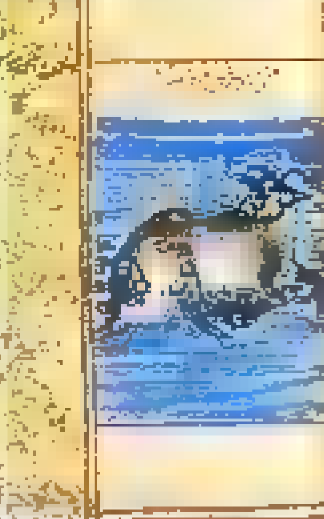
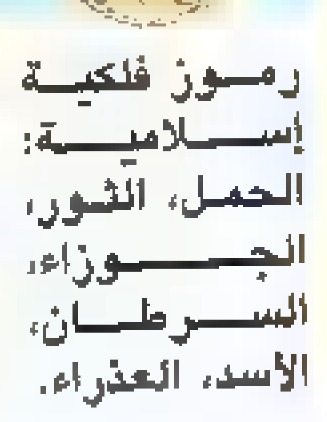
قدّم الرازي أيضاً بعض أولى المقترحات لتجهيز مختبر واضعاً لائحة ببعض الأدوات. وقد تمّ تعيينه مديراً لمستشفى الري ثمّ أصبح مدير مستشفى بغداد. وكان أوّل مسلم يؤلف في الطب وألّف أكثر من مئة كتاب حوله. أمّا أشهر كتبه فكان «الحاوي»، وهو كتاب ضخم تناول مجمل الممارسة الطبية المعروفة في ذاك الوقت بما فيها المعرفة الطبية عند اليونان والهنود والصينيين.



أدوات جراحية إسلامية.

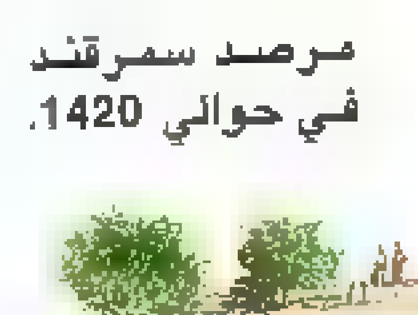


رموز فلكية إسلامية: الحمل، الثور، الجوزاء، السرطان، الأسد، العذراء.

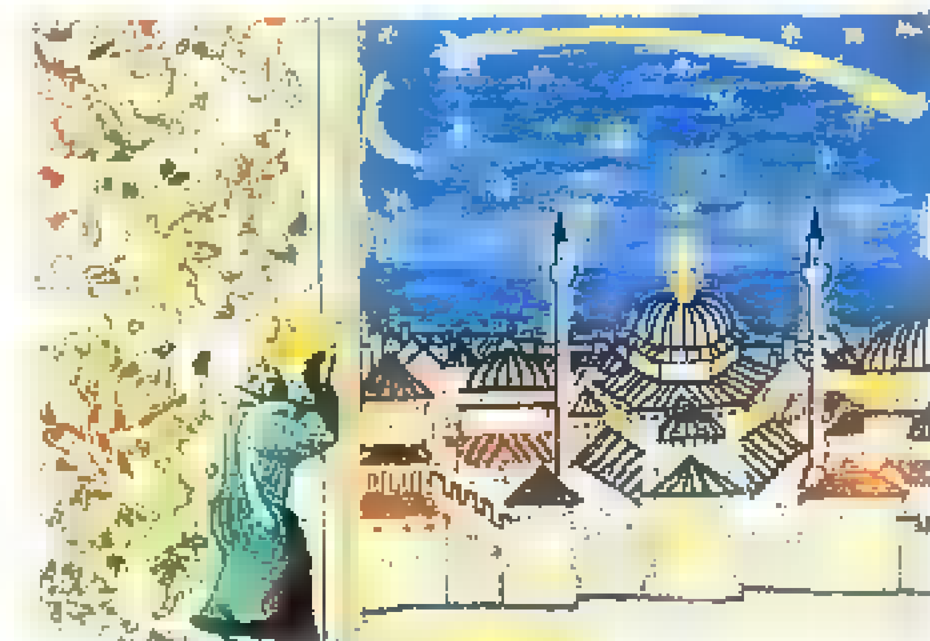
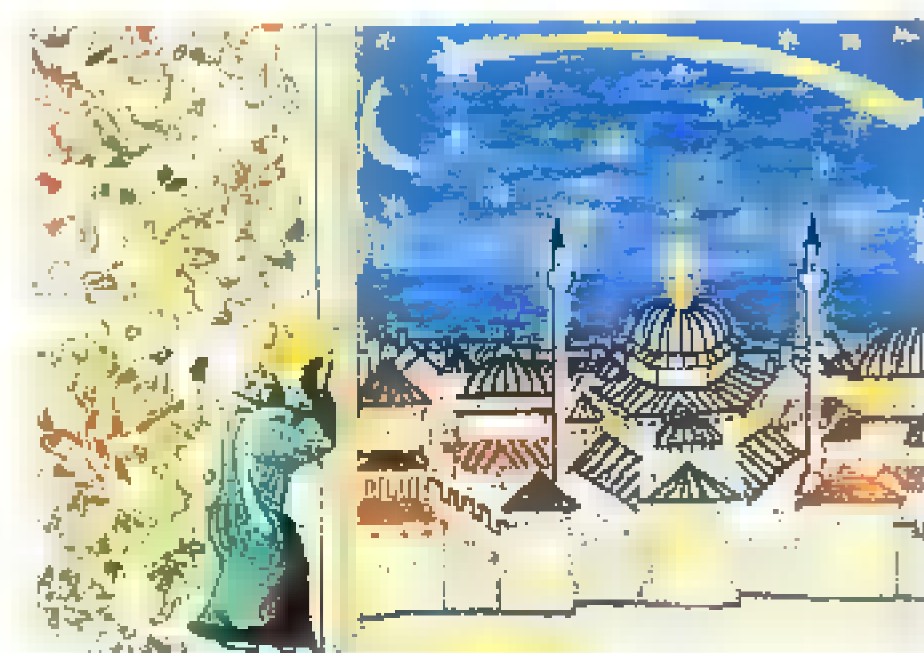
فلكي ورجل بلاط

ولد أبو الريحان البيروني (937 ـ حوالي 1050) في مدينة خوارزم في أرمينيا. بدأ دراسة العلوم صغيراً ومع بلوغه السابعة عشرة كان قد صمم وصنع أداة لرصد الشمس. ولكن في



مرصد سمرقند في حوالي 1420.

العام 995، أجبرته حرب أهلية على الهرب بعيداً. بعد عامين، عاد البيروني إلى دياره وتولى مناصب رسمية في البلاط الملكي. وتابع دراساته العلمية وأرصاده الفلكية فصمم وصنع عدّة أدوات لرصد الشمس والقمر والنجوم.

فلكي تركي يراقب نيزكاً مستعملاً أداة تدعى ذات الرّبع أو الرُّبعية.

الا أن اهتمامات البيروني ودراساته لم تتوقف عند علم الفلك، فقد كتب ما مجموعه 13000 صفحة عن موضوعات عالية التِقانة في الجغرافيا والرياضيات والبصريات (دراسة الضوء والعين) والطب والأدوية والأحجار الكريمة والتنجيم. كما قاده اهتمامه في الخيمياء إلى دراسة مكوّنات المعادن، وكان لكتاباته في هذا الموضوع كبير الأثر مع تطور علم الكيمياء. وألّف أيضاً كتاباً ضخماً حول التعدين عنوانه «الجماهر في معرفة الجواهر». ورغم أنه مرض سنوات عديدة، فقد فاق عدد كتبه عند وفاته في سن الثمانين المئة وأربعين كتاباً تناولت شتى أنواع المواضيع.

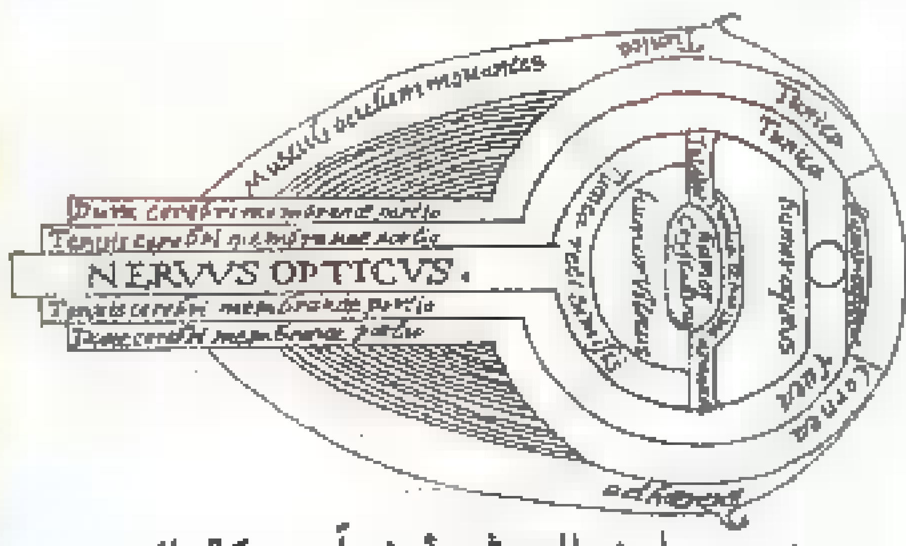
صفحة من كتاب إسلامي حول العدانة (التعدين).

العدسات والضوء

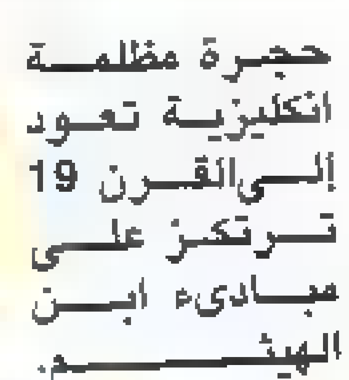
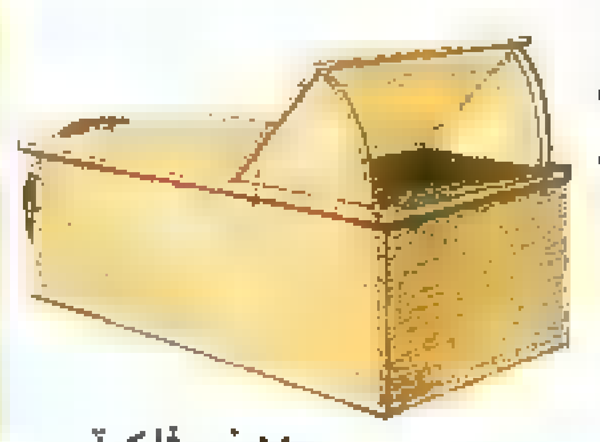
ابن الهيثم (965 ـ حوالي 1040) أعظم الفيزيائيين المسلمين قاطبة، وُلد في البصرة بالعراق وأصبح معروفاً في أوروبا باسم «الهازن» Alhazen. انتقل إلى القاهرة وعمل عند الخليفة الحاكم (996-1020).

كتب ابن الهيثم في العديد من المواضيع كالبصريات وعلم الفلك والرياضيات. وكان كتابه عن البصريات مكثفاً ومفصلاً لدرجة أنه شكّل منطلقاً للدراسات الأوروبية اللاحقة في هذا الموضوع. وفي كتابه «المناظر» رفض فكرة يونانية سابقة تقول إنَّ الضوء ينطلق من العين إلى الأجسام، وقال إن العكس هو الصحيح فالنور يأتي من المرئيات إلى العين.

رسم يعود إلى القرن 16 يبيّن دراسة لبنية العين وضعها ابن الهيثم.

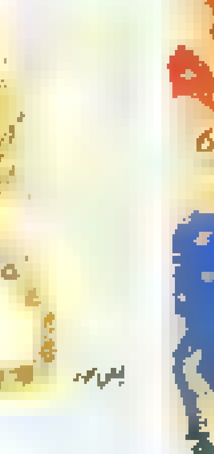


درس ابن الهيثم أيضاً حركة الضوء عبر العدسات فاستنتج أنّ انكسار الضوء سببه انتقال الأشعة الضوئية بسرعات مختلفة عبر مواد متباينة كالهواء والزجاج والماء. وقد استفاد كبلر (أنظر ص 15) وديكارت (ص 19) من هذه الفكرة في القرن السابع عشر. كان ابن الهيثم أوّل رجل يطوّر فكرة الحجرة المظلمة، وهي علبة تُسقط الصور الصادرة من الخارج فيها على حائط. وقد استعان بثقب في حائط ليعيد إظهار صورة الشمس خلال كسوفها.

حجرة مظلمة انكليزية تعود إلى القرن 19 ترتكز على مبادىء ابن الهيثم.





رموز فلكية إسلامية: الميزان، العقرب، القوس، الجدي، الدلو، الحوت

العلم في أوروبا القرون الوسطى

تعرف الفترة الممتدة من العام 400 م. حتى العام 1400 في أوروبا بـ «القرون الوسطى». وفي معظم هذه الفترة كانت الكنيسة الكاثوليكية واسعة النفوذ وتتحكم في مختلف جوانب الحياة.

ولما كان معظم التلاميذ من الرهبان، فقد تبعوا تعاليم الكنيسة. وكان كل من يعارض آراءها عرضة للاضطهاد.

منذ نهاية القرن الحادي عشر وصل إلى شمالي أوروبا العديد من الكتب القديمة اليونانية والرومانية والعربية عن طريق مسلمي الأندلس (أنظر ص 10).

البابا إينوسنت الثالث (1198-1216). قائد كنسي ذو سلطة واسعة.

وقد خشي الأساقفة أن تدفع محتويات تلك الكتب الناسَ إلى التشكيك بنصوص الكتاب المقدس الخاصة بخلق العالم. لكن مع مرور السنوات توافقت كثير من العلوم والفلسفة الصادرة من العالمين الاغريقي ـ الروماني والعربي مع التعاليم المسيحية.

الدين والفلسفة

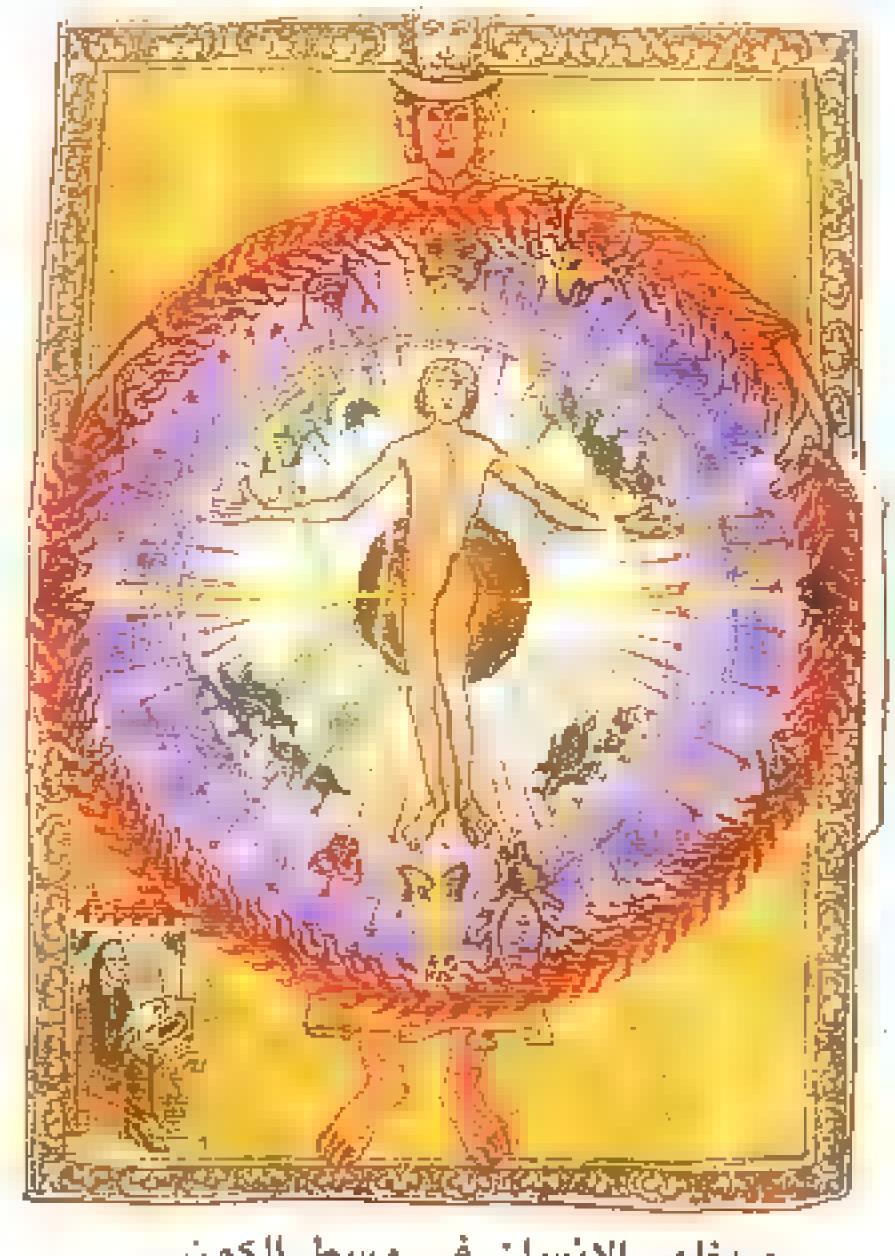
كان توما الأكويني راهباً إيطالياً. في العام 1264 وضع كتاب «الخلاصة ضد الخوارج» قال فيه إنّ الله هو خالق كل شيء ولكن قد تأتي المعرفة والحقيقة من مصادر أخرى. وقال إنّ الكنيسة والكتاب المقدس هما المرجعان الوحيدان في المسائل الدينية، أمّا المسائل العلمية فمن شأن الكتب العربية واليونانية أن تساعد على فهم العالم الذي خلقه الله. هذه الأفكار ساعدت الكنيسة على التوصل إلى تفاهم مع تعاليم العالم القديم.

توما الأكويني (1225-1274).

نشأة التعليم الجديد

منذ أواخر القرن الثاني عشر تمّ إنشاء أماكن تُدعى «جامعات» في كل أنحاء أوروبا. وكانت أهمها جامعات بولونيا (إيطاليا) وأكسفورد وكامبريدج وباريس. وكان العديد من أساتذتها وطلابها على علاقة مع الكنيسة لذا اكتسبت الجامعات أهمية في تطوير الأفكار المتعلقة بالمسائل الدينية.

وُلد روبرت غروستست (حوالي 1168-1253) في مقاطعة ساسكس بانكلترا. وفي النصف الأول من القرن الثالث عشر أصبح وجهاً بارزاً في الدراسات العلمية. درس في جامعة اكسفورد ثمّ علّم في جامعة باريس في العام 1209. وفي عام 1214 عاد إلى اكسفورد حيث عمل كمدرس لبعض الطلبة، بينهم مجموعة من الرهبان.



رسم يظهر الإنسان في وسط الكون.

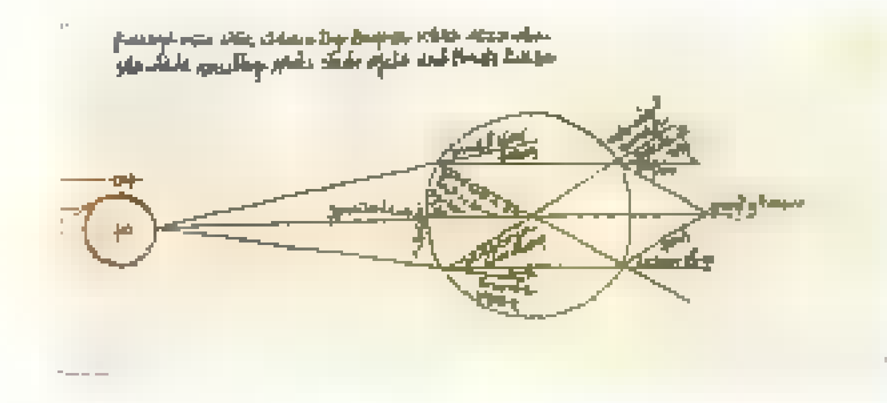
صف أثناء الدرس في الجامعة الجديدة في بولونيا بإيطاليا.



مؤيّد لأرسطو

شدّد غروستست دائماً على الأهمية الكبرى لاختبار جميع المقترحات العلمية. وفي ذلك كان مؤيداً لأرسطو الذي أوصى باستخدام المراقبة الدقيقة والتحليل. وقد كتب في العديد من المواضيع بما فيها الفلك والموسيقى. أمّا أشهر كتبه وأهمها فكان في البصريّات وفي معرفة سلوك الضوء. وكان في ذلك متأثراً بأعمال العالم العربي ابن الهيثم (أنظر ص 11).

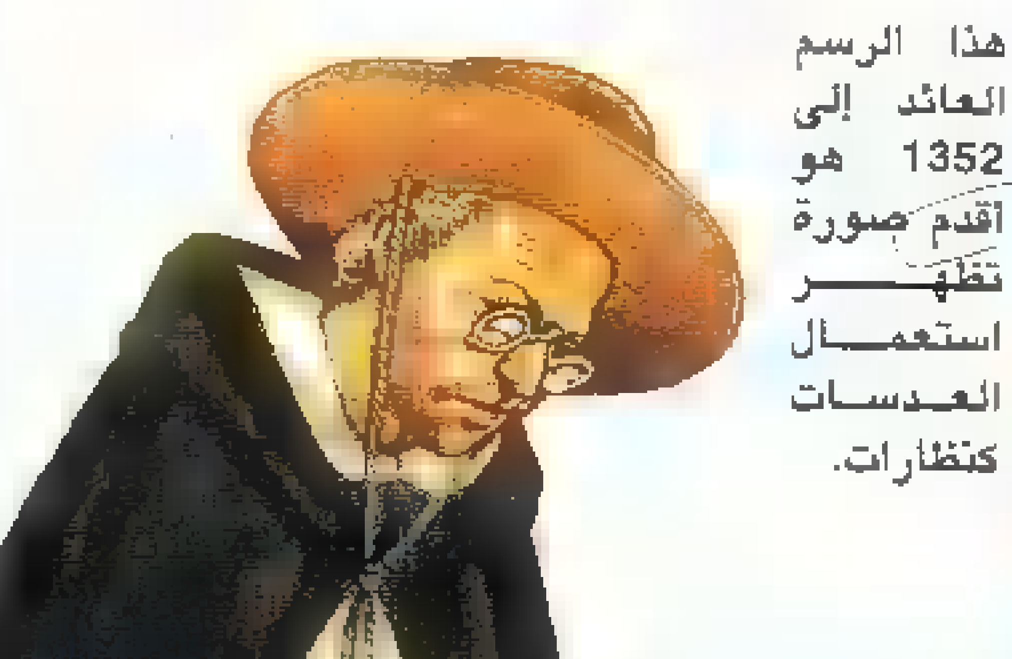
رسم لغروستست يظهر الضوء مخترقاً عدسة.



تلميذ غروستست

ولد روجر بيكون Roger Bacon (حوالي 1214 ـ حوالي 1294) في سومرست في انكلترا ودرس في جامعة اكسفورد. وفي العام 1241 انتقل إلى باريس. في العام 1247 عاد إلى اكسفورد ليصبح أحد تلاميذ غروستست. وقد أمضى حياته بعد ذلك يعلّم بين انكلترا وفرنسا.

لم يجرّب بيكون بنفسه ولكنه قام بأبحاث في البصريات والعين. وقد شرح وصف ابن الهيثم للعين في أنها أداة لتكوين الصور. كما أدرك أيضاً أسباب انكسار الضوء، وكان من أوائل الذين اقترحوا إمكانية استعمال العدسات كنظارات لتكبير الأشياء.



هذا الرسم العائد إلى 1352 هو أقدم صورة تظهر استعمال العدسات كنظارات.



دائرة البــروج. لعب علم الفلك دوراً مهماً في حياة الأفراد خلال العصور الوسطى.

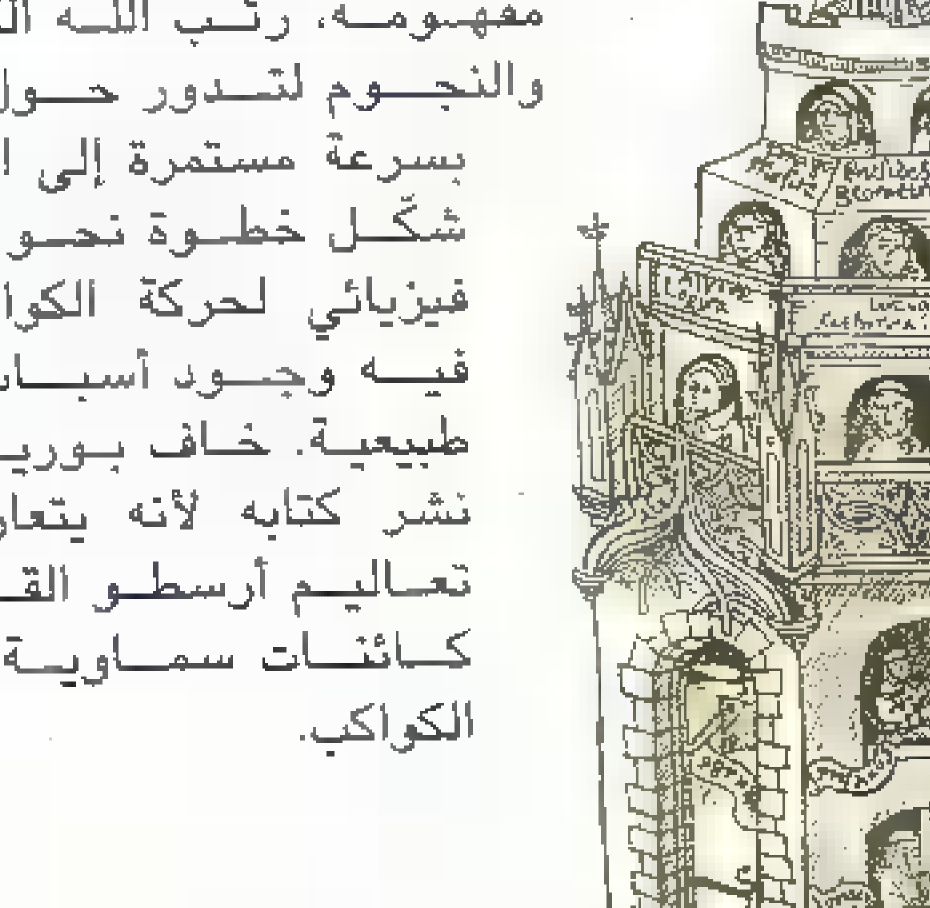
خلاف مع الكنيسة

عندما قارب بيكون سن الأربعين أصبح راهباً فرنسيسكانياً. كان جليّ الطباع قامت بينه وبين جون أوف فيدانزا (لاحقاً سانت بوناڤونتور) رئيس الرهبانية الفرنسيسكانية خلافات عدّة حول الفلك والتنجيم.

في العام 1267، وتلبيةً لدعوة صديقه البابا كليمنت الرابع وضع بيكون كتابه «الأعمال الكبرى» وهو مؤلف ضخم يغطي كل ميادين المعرفة. وقد أدان فيه طرق تعليم الرهبانيتين الفرنسيسكانية والدومينيكانية متهماً إياهما بالتخلّف وضيق الأفق. وقد زاد ذلك في انعدام شعبيته لدى السلطات حتى أنّ البابا نفسه استشاط غضباً منه. في العام 1277 خضع بيكون للمحاكمة وسجن في باريس لعدة سنوات. وكانت تهمته أنه اعتبر المنطق والفلسفة أكثر أهمية من التعاليم الرسمية للكنيسة الكاثوليكية.

العلم يدعم الدين

يعتبر بيكون وجهاً بارزاً في تاريخ العلوم ليس لأنه تحدّى سلطة الكنيسة بل بسبب منهجه العلمي. فقد آمن أن دراسة العلوم وتقدّمها يكمّلان الدين ويدعمانه. واعتبر أنّ الدراسة العلمية من شأنها جعل الناس يفهمون كل جوانب الكون، وأنه بهذه الطريقة يمكنهم أن يعرفوا الله وأعماله معرفةً أفضل.



يظهر هذا الرسم من القرون الوسطى الكنيسة (في الأعلى) وهي تتحكم بجميع ميادين المعرفة (في الأسفل).

التشكيك بأعمال أرسطو

بحلول القرن الرابع عشر، كان الطلاب يؤمنون بالعديد من الأفكار القديمة وخصوصاً أفكار أرسطو، ولكنهم كانوا يؤولونها تأويلاً صارماً يصب في خانة كمال الكون وثباته واعتبار الأرض مركزاً ثابتاً له.

كان جان بوريدان (حوالي 1300-1385) أستاذاً في جامعة باريس. وقد تبنى فكرة يونانية قديمة هي «نظرية القوة الدافعة». فحسب مفهومه، رتّب الله الكواكب والنجوم لتدور حول الأرض بسرعة مستمرة إلى الأبد. ممّا شكّل خطوة نحو تفسير فيزيائي لحركة الكواكب نفى فيه وجود أسباب فوق طبيعية. خاف بوريدان من نشر كتابه لأنه يتعارض مع تعاليم أرسطو القائلة إنّ كائنات سماوية تحرّك الكواكب.

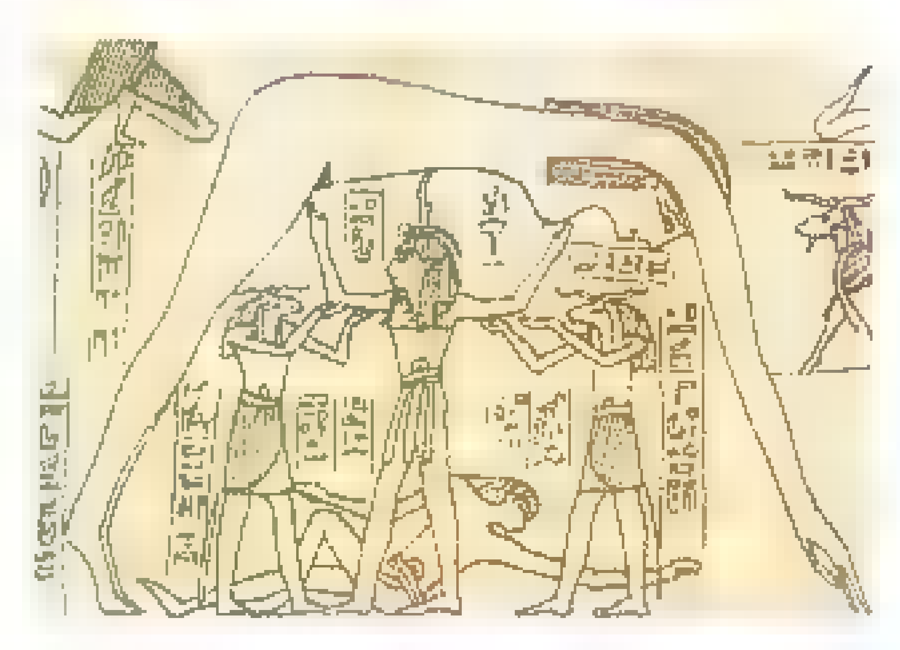
صديق الأمراء

ولد نيكولاس أورسمي (حوالي 1320-1382) في مقاطعة نورماندي في فرنسا وأصبح أسقف ليزيو. منذ العام 1340 درس في باريس على يد بوريدان. وذهب أورسمي أبعد من بوريدان في التشكيك بتعاليم أرسطو، ورأى أن الأرض قد لا تكون ثابتة بل تدور يومياً حول محورها. كما لجأ إلى الرياضيات ليفهم حركات الكواكب. وقد ساعدت أفكار أورسمي العلماء فيما بعد على تكوين أفكار جديدة حول بنية الكون. ممّا أدى في النهاية إلى الإطاحة بنظام أرسطو بواسطة غاليليو وغيره في القرن السابع عشر (أنظر ص 18).

يصوّر هذا النقش العائد إلى القرون الوسطى صف رياضيات.

الأرض والشمس

منذ القِدم، سعى البشر إلى حل الغموض المحيط بالنجوم والكواكب. ووضعت الحضارات القديمة خرائط لحركات الشمس والقمر لإنشاء تقاويم زمنية.



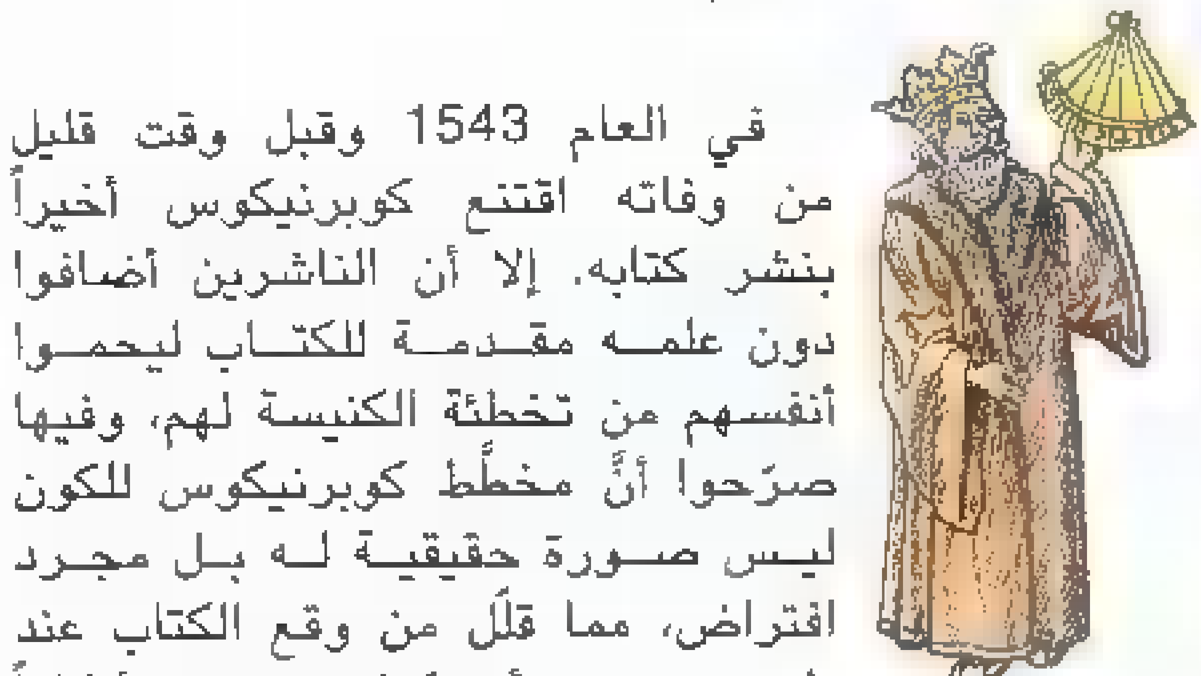
تظهر هذه الصورة «نات»، إلهة السماء عند الفراعنة، منحنية فوق إلهي الهواء والأرض.

رتب المصريون القدماء النجوم في مجموعات تدعى كوكبات، وكانوا يعطونها غالباً معنى دينياً. وقد تطوّر علم الفلك مع ازدياد تعلّم الناس عن العالم المحيط بهم، فتفحّص الفلكيون السماوات ليجدوا أجوبة عن الأسئلة المتعلقة بالفضاء وبحركات الكواكب والنجوم.

نظام بطليموس

في العام 150 م. ألف بطليموس، وهو فلكي يوناني عاش بمدينة الاسكندرية في مصر، كتاباً يعرف اليوم بالمجسطي. وفيه وصف نظاماً للكون تكون فيه الأرض ثابتة والقمر والشمس والكواكب تدور حولها في مسارات دائرية تدعى أفلاكاً. أما النجوم فهي مثبتة بسطح كرة دوّارة. تُعرف هذه النظرية المبنية على أعمال أرسطو (أنظر ص 6) بنظرية مركزية الأرض، وقد اعتُمدت كنظرية مقبولة للكون لمدة 1400 سنة تقريباً. ولكن مع اختراع أدوات جديدة أكثر فعالية لمراقبة السماوات أصبحت نتائج اكتشافات الفلكيين أكثر دقةً. وبدأت الدلائل الجديدة تتعارض مع نظرية بطليموس حول مركزية الأرض.

هذه الكرة النحاسية المستوحاة من أفكار بطليموس كانت تستعمل لاستنباط مواقع النجوم.



بطليموس (حوالي 90-170 ب.م) كما يبدو في نقش يعود إلى القرون الوسطى.

ازدياد الشكوك

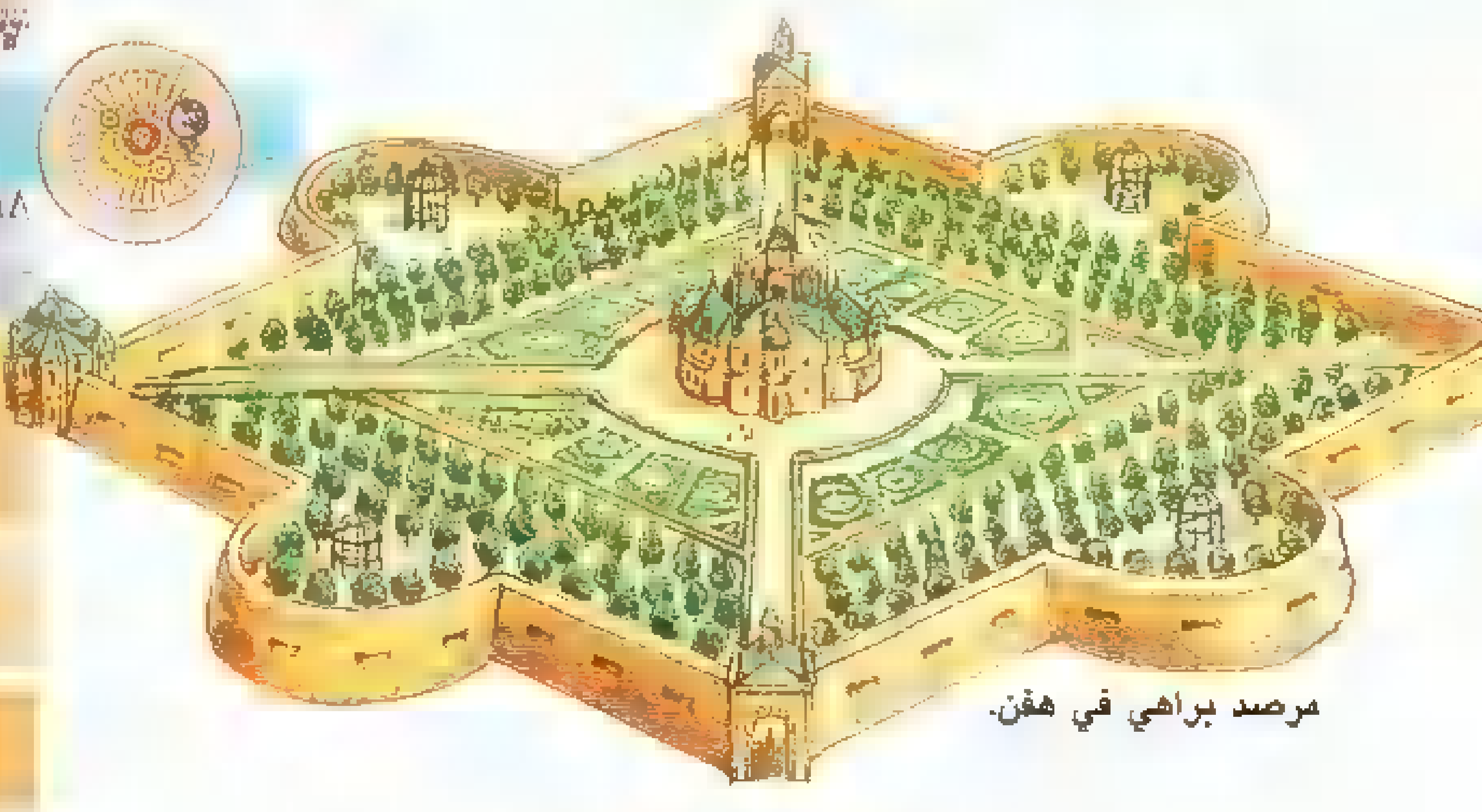
كان نيكلاس كوبرنيك راهباً بولونياً معروفاً أكثر باسمه اللاتيني كوبرنيكوس. درس الرياضيات والطب والحقوق في بولونيا وايطاليا ثم أصبح كاهناً في كاتدرائية فراونبرغ في بولونيا. وهناك اهتمّ بعلم الفلك وشكّك في كون الأرض في وسط الكون. واقترح بدلاً من ذلك نظاماً تقع فيه الشمس في الوسط وتسبح الكواكب بما فيها الأرض حولها في دوائر وهذا ما يعرف بالنظرية الشمسية المركزية.

كوبرنيكوس (1543-1473)

دوّن كوبرنيكوس هذه النظرية في كتاب سمّاه «في دوران الكرات السماوية». وبما أن تعاليم الكنيسة كانت تعتبر الأرض مركز الكون ، كما جاء في الكتاب المقدس، وبسبب انتمائه إلى الكهنوت، قرّر كوبرنيكوس عدم نشر كتابه خوفاً من أن تُخَطِّئه الكنيسة وتعاقبه.

في العام 1543 وقبل وقت قليل من وفاته اقتنع كوبرنيكوس أخيراً بنشر كتابه. إلا أن الناشرين أضافوا دون علمه مقدمة للكتاب ليحموا أنفسهم من تخطئة الكنيسة لهم، وفيها صرّحوا أنّ مخطَّط كوبرنيكوس للكون ليس صورة حقيقية له بل مجرد افتراض، مما قلّل من وقع الكتاب عند ظهوره. ومع أن كتابه تضمّن أفكاراً نعرف اليوم أنها خاطئة، إلاّ أنه عبّد الطريق أمام علماء فلك لاحقين مثل كبلر (أنظر الصفحة المقابلة وغاليليو).

نقش يصوّر نظام كوبرنيكوس الشمسي المركز.



مرصد براهي في هفن.

نجم جديد يسطع

وُلد تيكو براهي في «سْكان» التي كانت تقع في الدانمارك وأصبحت اليوم تابعة للسويد. كان رجلاً مشاكساً، وقد قطع معظم أنفه في مبارزة. أثناء دراسته في جامعة كوبنهاغن أصبح شديد الاهتمام بعلم الفلك.

في العام 1572 لاحظ الفلكيون ظهور نجم جديد في السماء (كان على الأرجح تفجّر جسم يعرف اليوم بالمستعر الفائق). وقد استنتج من حساباته أن النجم الجديد يقع وراء القمر. وكان هذا يتعارض مع نظرية أرسطو القائلة إنَّ السماوات الموجودة بين الأرض والقمر هي التي تتغير فقط.

مرصد في جزيرة

في العام 1574 شيّد براهي مرصداً على جزيرة هفن الواقعة في بحر البلطيق والتي قدّمها إليه فريديريك الثاني ملك الدنمارك. وقد أظهرت أرصاده لمذنّب (أنظر ص 23) في العام 1577 أنه يتحرك بين الكواكب الواقعة وراء القمر ممّا أكّد مرة أخرى أن هناك تغيرات تحدث في السماوات. ورغم أن اكتشافاته تعارضت مع نظريات أرسطو حول الكون في عدد من النقاط الأساسية إلاّ أن براهي رفض القبول بنظرية كوبرنيكوس لتعارضها مع تعاليم الكنيسة. واقترح بالمقابل تسويةً تقول بنظام تدور فيه الكواكب حول الشمس التي تسبح بدورها حول الأرض الثابتة في وسط الكون.

رسم معاصر لمستعر العام 1572

تيكو براهي (1546-1601).

عند وفاة الملك فريديريك سنة 1588 جمّدت العائلة المالكة الدانمركية المال المخصّص لتمويل مرصد هفن. وفي السنة التالية انتقل براهي إلى براغ حيث أمضى بقية حياته في العمل الفلكي.

ميدالية صنعت إحياءً لذكرى مذنب 1577 العظيم

نظريات جديدة

ولد جوهانس كبلر في المانيا. علّم الرياضيات في غراز بالنمسا ثمّ انتقل إلى براغ ليصبح مساعداً لبراهي. وقد ترك له براهي بعد وفاته كل أبحاثه الفلكية موصياً إيّاه أن يستعملها ليدحض نظريات كوبرنيكوس.

عمل كبلر سنوات في دراسة مدارات الكواكب، ولكن ما جمعه من معلومات لم يكن ليتلاءم مع نظريتي براهي وكوبرنيكوس. وخلص إلى القول إنَّ الكواكب رغم دورانها حول الشمس فإنّها لا تتحرك في دوائر كاملة بل في مسارات دائرية متطاولة تدعى إهليلجات. كما أدرك أن سرعة الكواكب تتغير أثناء طوافها وفقاً لبعدها عن الشمس. هذه الأفكار شكّلت فيما بعد أساس قوانين كبلر الثلاثة حول حركة الكواكب. استنتج كبلر أيضاً أن للشمس تأثيراً قوياً على حركة الكواكب.

جوهانس كبلر (1571-1630).

نشر كبلر العديد من نظرياته في كتابيه «علم الفلك الجديد» (1609) و «خلاصة نظريات كوبرنيكوس الفلكية» (1621). في ذلك الوقت لم يدرك معظم الناس أهمية أفكاره، ولكن كتاباته أثّرت على كثير من العلماء اللاحقين. وقد استعان نيوتن بقوانين كبلر عندما صاغ نظرياته حول الجاذبية (أنظر ص 22).





خلال العصور الوسطى بقيت المعرفة الطبية في أوروبا مرتكزة على أعمال جالينوس وغيره من الأطباء الأوائل (أنظر ص 8-9). وفي القرن الثاني عشر، بدأت تصل إلى أوروبا الغربية أفكار جديدة بعد ترجمة النصوص الطبية اليونانية والعربية إلى اللاتينية. وبدأ الأطباء وعلماء الطب يشككون في النظريات القديمة ويستبدلون بها نظريات جديدة من عندهم.

شخصية ثائرة

ولد أوريوليوس فيليبوس ثيوفراستوس بومباستوس فون هوهنهايم، المعروف باسم باراسيلسوس، قرب زوريخ في سويسرا. درس في جامعة فيرارا في ايطاليا ثم عمل طبيباً في الجيش. كان باراسيلسوس رجلاً عنيفاً يُغضب حتى أقرب أصدقائه. كان يأخذ من الأغنياء أتعاباً باهظة ويعاين الفقراء مجاناً. أعطي له اسم باراسيلسوس لأنه عارض كثيراً الطبيب الروماني سيلسوس وغيره من الأطباء التقليديين. (بارا هي كلمة يونانية تعني «بعيد» أو «ضد»).

باراسيلسوس (1541-1498).

طبيب قلق

في العام 1527 أصبح باراسيلسوس أستاذاً للطب في جامعة بال حيث مارس أيضاً الطب بنجاح. لكن خلافات عديدة قامت بينه وبين السلطات الطبية بعد أن أحرق علناً كتباً لجالينوس ولابن سينا دفعته إلى مغادرة بال وتمضية بقية حياته في التنقل في أوروبا دون الاستقرار في مكان واحد أكثر من عامين حتى وافته المنية في النمسا.

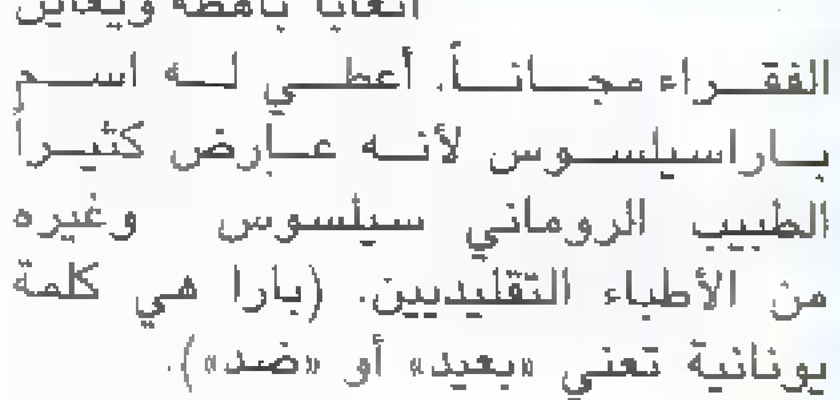


تظهر هذه الصورة باراسيلسوس وهو يقوم بعملية جراحية.

لم يؤمن باراسيلسوس بالفكرة اليونانية القديمة القائلة إنّ المرض سببه اختلال في توازن السوائل الأربع (أنظر ص 9)، بل اعتبر أنّ سببه سم يتغلغل في الجسم. وكان أحياناً يعالج الناس بعقاقير تولد عندهم أعراضاً مشابهة لتلك التي يولدها المرض لديهم. وهذا كان شكلاً أوّلياً للمعالجة المثلية، وهي الطريقة التي تفترض شفاء الجسم عن طريق تعزيز دفاعاته الطبيعية.

عالم التشريح العظيم

ولد أندرياس فيزاليوس Andreas Vesalius في بروكسل لأب هو الصيدلي الخاص لتشارلز الخامس حاكم الأمبراطورية الرومانية المقدسة. درس في البداية في لوفان (حالياً في بلجيكا) ثمّ في جامعة باريس، لكن الحرب أجبرته على العودة إلى لوفان. في هذه الفترة اهتم فيزاليوس اهتماماً كبيراً بتشريح جسم الإنسان، وهو علم بنية الجسم. وفي سبيل دراسته دراسة وافية، احتاج إلى تشريح جثث الموتى. ولمّا كان هذا العمل مخالفاً للقانون، اضطر أحياناً لسرقة الجثث من القبور أو من تحت المشانق.



رسم يعود للقرن 16 يظهر باراسيلسوس محاضراً.

في العام 1537 التحق بمدرسة الطب في بادوفا بإيطاليا إحدى أشهر المدارس في أوروبا. وقد منح شهادة الدكتوراه بعد يومين فقط من انتهاء الامتحانات وذلك بسبب المعرفة الواسعة التي يملكها. عُيّن بعدها محاضراً في علم التشريح. فيما بعد أصبح الطبيب الخاص لتشارلز الخامس، لكن في العام 1564 مات غرقاً أثناء عودته بالسفينة إلى مدريد من رحلة حج إلى القدس.

التشكيك بأعمال جالينوس

أثناء إقامته في بادوفا، نفّذ فيزاليوس أكبر عدد ممكن من عمليات التشريح على الحيوانات وجثث البشر. وقد استعمل بكثرة رسوماً بيانية لإرشاد تلاميذه، لكن هذه الرسوم كانت ما تزال معتمدة على نظريات جالينوس.

اندرياس فيزاليوس (1564-1514)

اكتشف فيزاليوس تدريجياً عدة اختلافات بين أفكار جالينوس ونتائج تشريحاته، ومع حلول العام 1539 استطاع أن يثبت أنّ أوصاف جالينوس للجسم البشري تتطابق مع جسم القرد أكثر من تطابقها مع جسم الإنسان. في عام 1543 نشر كتاب «بنية الجسم البشري» وهو أحد أعظم الكتب العلمية على الاطلاق، حيث أعطى لعلم التشريح صفة الاختصاص الأكاديمي. ومع حلول القرن السابع عشر اعتُمدت نظريات فيزاليوس في معظم أنحاء أوروبا.

رسم من كتاب «بنية الجسم البشري».



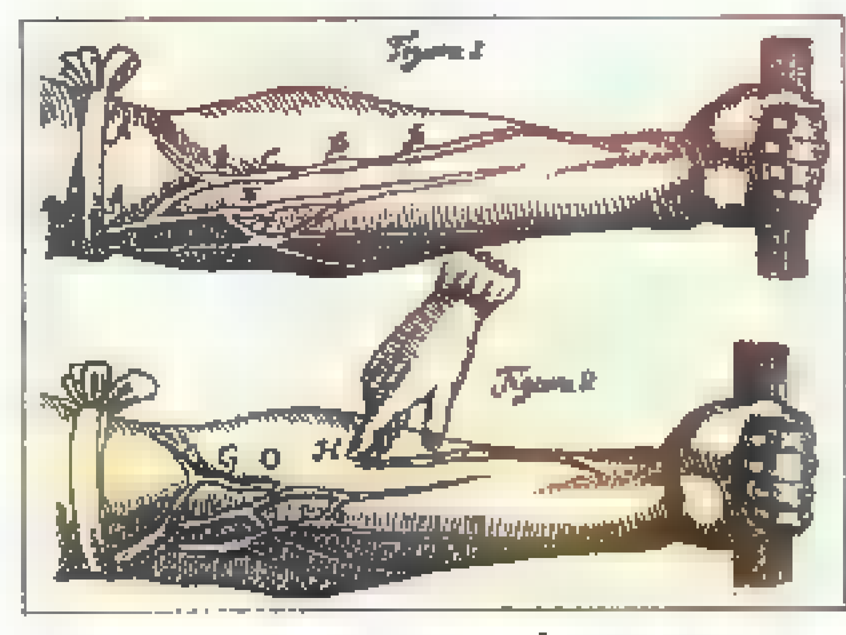
رسم من كتاب «بنية الجسم البشري» تظهر فيه عضلات الجسم.

طبيب ملكي

ولد وليام هارفي في فوكستون بانكلترا. بعد دراسة الفنون والطب في جامعة كامبريدج، توجه إلى بادوفا ليتابع تدريبه الطبي مع فابريسيوس وهو أستاذ مشهور في علم التشريح. في العام 1602 عاد إلى لندن وفتح عيادة طبية. وفي العام 1609 تمّ تعيينه طبيباً في مستشفى سان بارثولوميو في لندن. في العام 1618 عُيّن طبيباً خاصاً للملك جايمس الأوّل ثمّ للملك تشارلز الأوّل وخلال الحرب الأهلية الانكليزية كان هارفي من أتباع الملكية المخلصين.

نظرية جديدة للدورة الدموية

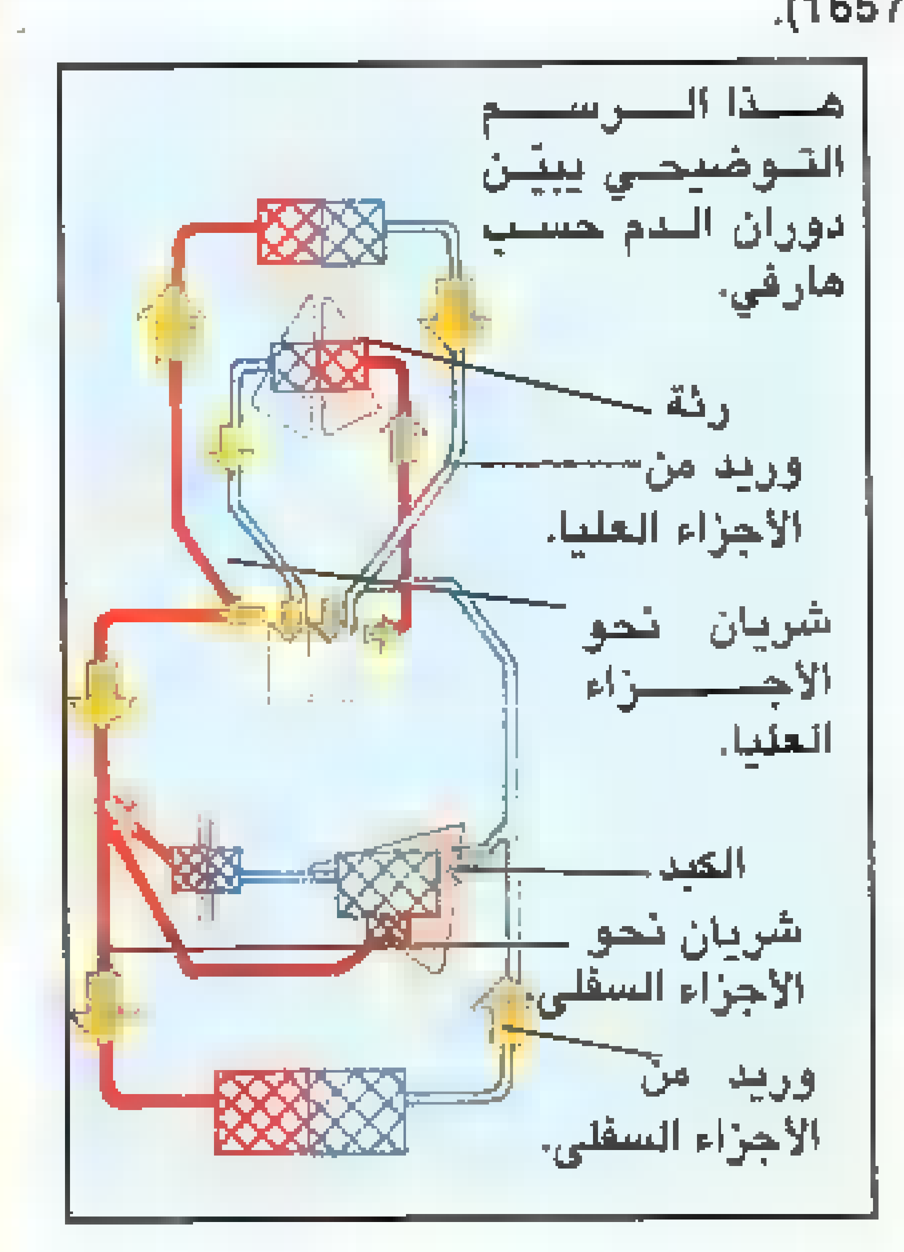
في العام 1628 نشر هارفي كتاب «في حركة القلب والدم» وكان الكتاب ثمرة ملاحظات عديدة وضع فيه نظرياته حول انتقال الدم في الجسد.



رسم لهارفي يبين الصمامات في الأوردة.

في هذا الوقت، كان معظم الأطباء يؤمنون بفكرة جالينوس القائلة إنَّ الدم ينتقل من جهة إلى جهة في القلب عبر ثقوب صغيرة. لكن هارفي، وانطلاقاً من تجاربه، اقترح مفهوماً جديداً للدوران يبيّن أنَّ الدم يتدفّق من القلب عبر الشرايين ويعود إليه عبر الأوردة. وكان فابريسيوس قد وجد صمامات في الأوردة لكنه لم يفهم وظيفتها. إلا أن هارفي أدرك أنَّ الصمامات في الأوردة الكبيرة توجّه الدم إلى القلب وأنَّ صمامات القلب تجعل الدم يجري في الجسد باتجاه واحد فقط - إلى الرئتين من الجهة اليمنى وإلى باقي الجسم من الجهة اليسرى. وأدرك أيضاً أنَّ القلب يعمل عمل مضخة لدوران الدمّ.

وليام هارفي (1657-1578).



هذا الرسم التوضيحي يبيّن دوران الدم حسب هارفي.

لغز آخر

كان اكتشاف هارفي عملاً رائعاً في التعليل المبني على الملاحظة. لكن بقي سؤال واحد أخير: كيف يخرج الدم من القلب بواسطة الشرايين ويعود إليه بواسطة الأوردة؟ افترض هارفي ضرورة وجود أوعية دموية دقيقة تصل بين الشرايين والأوردة لكنه عجز عن إثبات ذلك. في العام 1661 وخلال تفحص رئتي ضفدع تحت المجهر، وجد الإيطالي مارسيلّو مالبيغي (1628-1694) الأوعية الرابطة الصغيرة (وتدعى الشُعَيْرات) وكان هذا جواباً عن اللغز أخيراً.

العلم في عصر النهضة

بدأت في أوروبا من القرن الرابع عشر حقبة من الزمن امتدت حوالي مئتي سنة وعرفت باسم «عصر النهضة». وفي هذا العصر أخذ الناس يعيدون اكتشاف الفنون ونواحي المعرفة التي أنتجتها الحضارتان اليونانية والرومانية، ويطوّرون أفكاراً جديدة حول العالم المحيط بهم. وراح الناس ينظرون إلى الأشياء نظرة أكثر انتقاداً، وأصبحت الملاحظة والتجربة أكثر أهمية في جميع الميادين. كما بدأ الناس أيضاً برفض التعاليم الأرسطية التي تمزج بين الفلسفتين اليونانية والمسيحية (أنظر ص 12).

الرجل الجامع(العلامة)

كان العديد من مفكري عصر النهضة يؤمنون بفكرة «الرجل الجامع» وهو شخص تجتمع فيه ألوان عديدة من المواهب والاهتمامات. كان ليوناردو دافينشي رسّاماً ونحّاتاً وموسيقياً ومهندساً وعالماً ومخترعاً عبقرياً جسّد هذا المثال.

ليوناردو دافينشي (1452-1519)

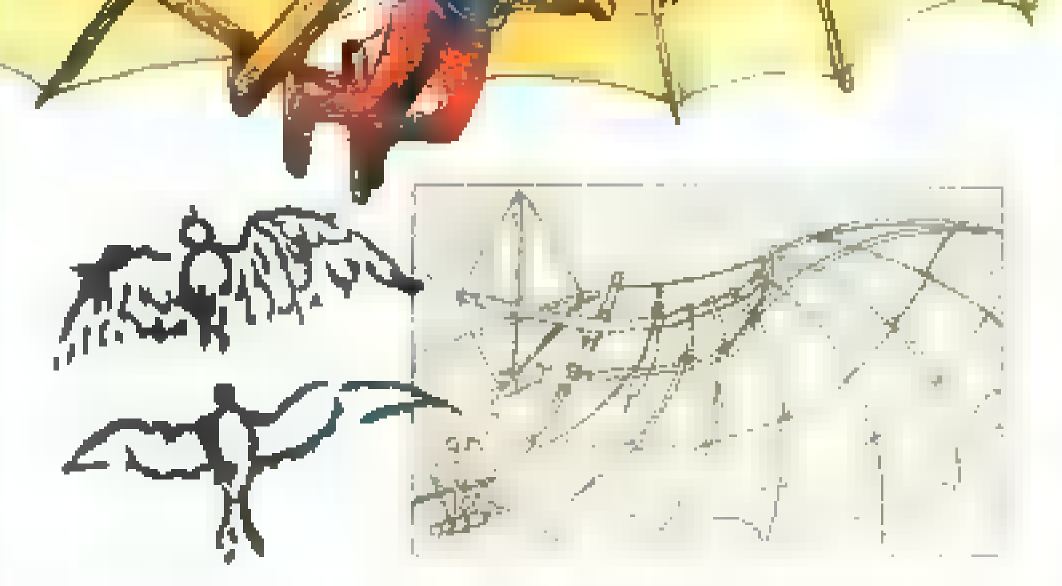
وُلد ليوناردو قرب مدينة فلورنسا في إيطاليا، وهو ابن موظف حكومي يدعى بياترو دافينشي. وقد لاحظ والد ليوناردو موهبة ابنه الفنية فأرسله ليعمل في مُحتَرَف رسام يدعى أندريا ديل فيروكيو. ورغم أنه أتم رسم عدد قليل من اللوحات، إلاّ أنّ ليوناردو يشتهر اليوم بكونه أحد أعظم رسّامي التاريخ. أمّا أشهر لوحاته فهي لوحة الموناليزا التي رسمها في عام 1503.

كراريس ليوناردو

قام ليوناردو بتشريح ثلاثين جثة بشرية (وهو عمل مخالف للقوانين في ذلك الوقت) ووضع رسومات تشريحية أكثر دقة من كل ما سبقها. وقد درس خصائص الضوء وحركة المياه، وكراريس الرسوم التي وضعها تحفل بتصاميم أجهزة ميكانيكية منها آلات للطيران. ونحن نعلم اليوم أنّ الكثير منها ما كان ليعمل، ولكنها برهنت عن قدرة ليوناردو على جمع الملاحظة الدقيقة مع الخيال الجامح.



رسومات وضعها ليوناردو تظهر معالم تشريحية مختلفة.



هذه إعادة إنشاء لتصميم وضعه ليوناردو لآلة طيران. وفي الأسفل رسوم لجناح ميكانيكي وعصافير طائرة.

سنوات ليوناردو الأخيرة

عمل ليوناردو في ميلانو منذ عام 1488 كمفتش للتحصينات، ثمّ انتقل للعمل في فلورنسا كمهندس عسكري. وفي العام 1507 انتقل إلى أمبواز في فرنسا حيث أمضى آخر أيام حياته.

ورغم ابتكاراته الهائلة في شتى المجالات، كان لأعمال ليوناردو تأثير قليل على تطور العلوم. فقد كان يقوم بدراساته لإرضاء نفسه، ومعظم معاصريه لم يعرفوا شيئاً عما كان يفعله. وبعد وفاته تبعثرت مخطوطاته ومدوّناته وبقيت مجهولة لقرون عديدة.

نصير كوبرنيكوس

ولد غاليليو غاليلي (1564-1642) في مدينة بيزا في ايطاليا لأب يمتهن التأليف الموسيقي. وقد لعب دوراً أساسياً في تثبيت فكرة كوبرنيكوس (أنظر ص 14) القائلة إن الأرض تدور حول شمس ثابتة. وهو أوّل من اعتمد الأسلوب التجريبي في العلم الذي كان يتطوّر في ذلك الوقت. كما كان معلماً بارعاً.

وعند بلوغه سن السابعة عشر التحق غاليليو بكلية الطب في جامعة بيزا. فيما كان



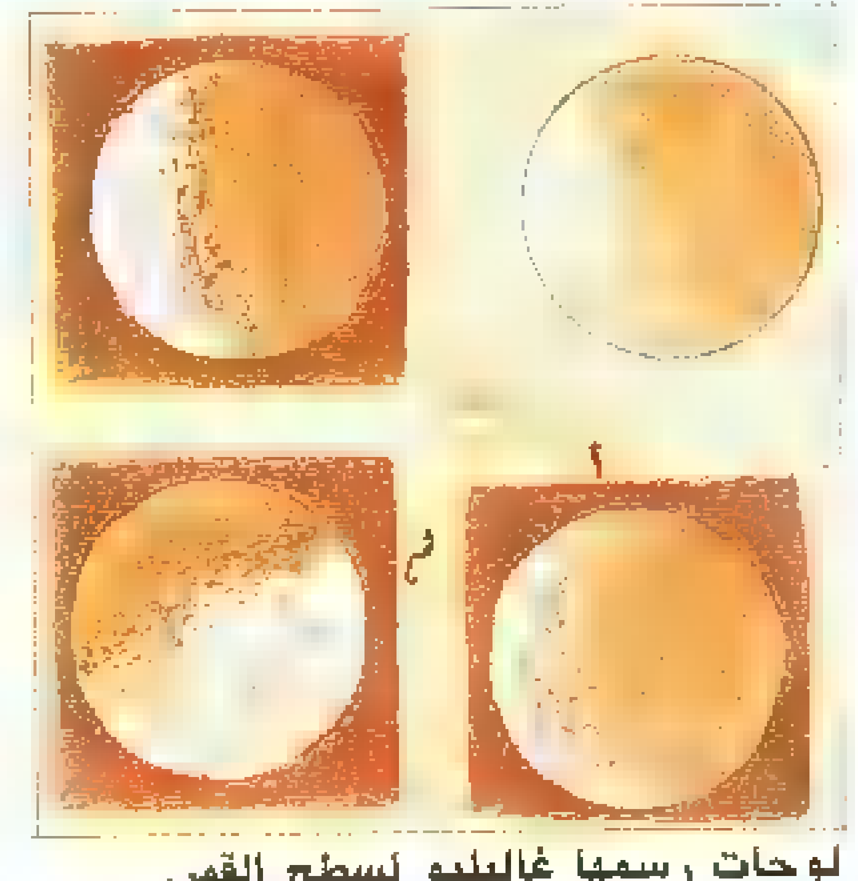
يحضر قداساً في الكنيسة، لاحظ أنّ الشموع تتأرجح مع الريح، فاستعان بنبضه ليوقّت تأرجحها. ووجد أنّ التأرجحات رغم تصاغرها ببطء فهي تستغرق الوقت نفسه. وهذا ما قاده فيما بعد إلى الاقتراح بأن الرقّاصات يمكن استخدامها في قياس الوقت. وهذه الفكرة كانت الأساس النظري للساعات الميكانيكية الأولى.

غادر غاليليو مدينة بيزا ليتابع أعماله في حقلي الميكانيك والرياضيات، ثمّ عاد إليها كأستاذ رياضيات. وكانت نتائج اختباراته في ذلك الوقت توفر مزيداً من الدلائل على فشل نظريات أرسطو المتعلقة بالنظام الكوني (أنظر ص 6).

«ومع ذلك إنها تدور!»

بعد سماعه باختراع التلسكوب (المقراب) في هولندا، صمّم غاليليو مجموعة من التلسكوبات أكثر قوةً. وفي عام 1610 نشر ملاحظاته عن النجوم والكواكب في كتاب «الرسول النجمي» الذي اكتسب شعبيةً وتأثيراً كبيرين. وفيه وصف الجبال على سطح القمر والبقع القاتمة المتنقلة على سطح الشمس. كما برهن أن لبعض الكواكب، مثل كوكب المشتري، أقماراً خاصة بها تدور في فلكها. وقد أظهرت أعمال غاليليو منافع التلسكوب ولكن الأهم من ذلك هو أنّ اكتشافاته أيّدت حجة كوبرنيكوس بأنّ الأرض تدور حول الشمس.

في عام 1632 نشر غاليليو كتاباً بعنوان «حوار حول النظامين العالميين الأساسيين» يلخّص فيه ملاحظاته كلّها. وقد اشتهر الكتاب في أوروبا كتحفة علمية ولكنه واجه في إيطاليا، مركز الكنيسة الكاثوليكية، معارضة شديدة لتعارضه مع تعاليم الكنيسة المؤيّدة للنظرية التقليدية القائلة إن الأرض هي مركز الكون.



لوحات رسمها غاليليو لسطح القمر.

وفي عام 1633 اتُّهم غاليليو بالهرطقة (الاعتقاد بنظرية تتعارض مع تعاليم الكنيسة). واقتيد إلى محكمة كنسيّة في روما كانت تعرف بمحكمة التفتيش. ولمّا وُجد مذنباً هددوه بالتعذيب إذا لم ينفِ علانيةً إدعاءه بأنّ الأرض تدور حول الشمس. فرضخ غاليليو، الذي بدا عليه الكبر والوهن، لأوامر محكمة التفتيش، وأجبر على الإقامة في الريف حتى آخر أيامه. ويُقال إنّه أثناء خروجه من قاعة المحكمة همس قائلاً: «ومع ذلك إنها تدور!» فقد كان مؤمناً في قرارة نفسه بصحة نظريته.

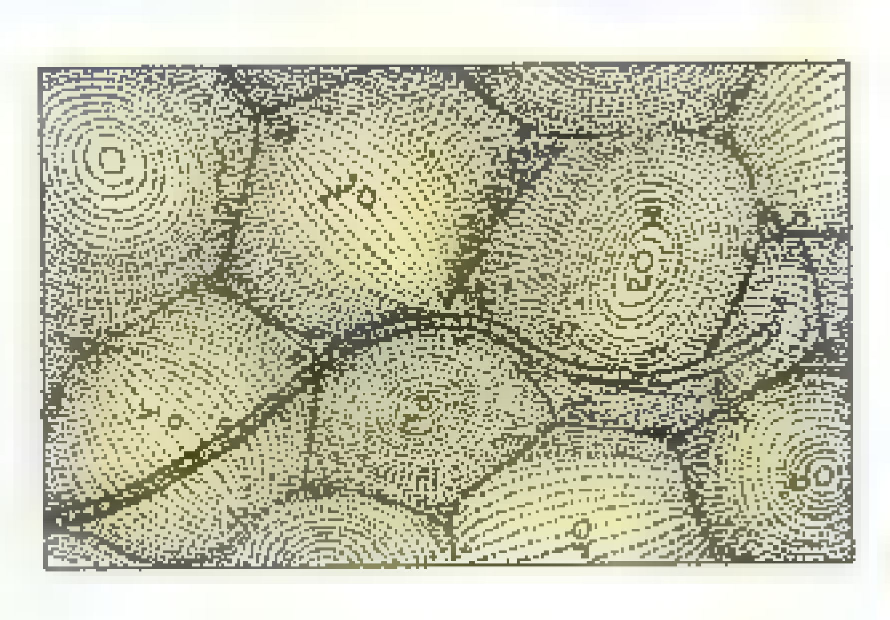
الفيلسوف الرياضي

كان لأفكار رينيه ديكارت أثر كبير في ميداني الرياضيات والفلسفة. ولد في بريتانيا بفرنسا لأبٍ محامٍ. في عام 1628 انتقل إلى البلاد المنخفضة (هولندا) حيث كانت الكنيسة البروتستانتية أكثر انفتاحاً على الأفكار الجديدة. وقد عمل هناك نحو عشرين سنة.

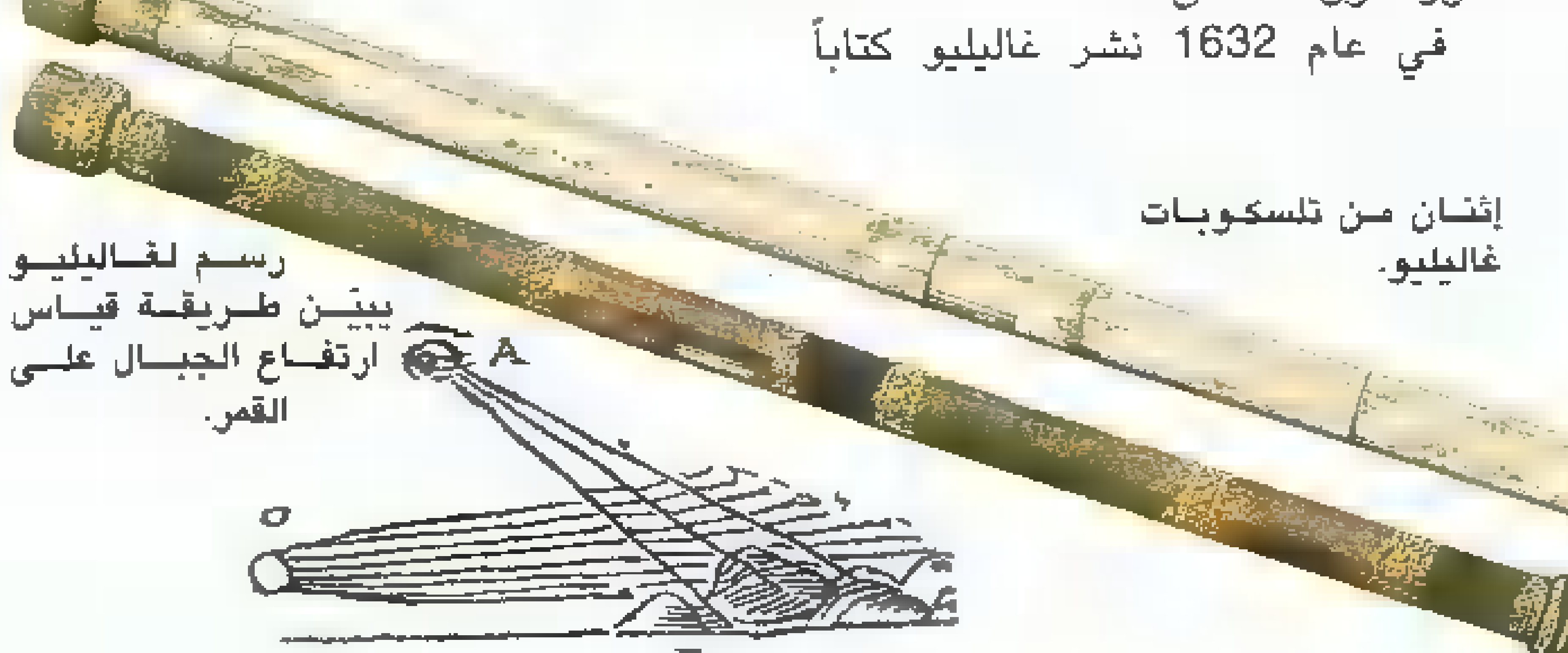
ومن أهم مساهمات ديكارت في الفلسفة مبدأه المعروف بـ «مبدأ الريبة». فهو لم يقبل التسليم المطلق بمصادر المعرفة التوراتية والتقليدية، وأعلن أنّ لا شيء أكيد باستثناء وجوده هو: «أنا أفكر، إذاً أنا موجود». وفي أهم كتبه العلمية «مبادىء الفلسفة الطبيعية» قال ديكارت إنّ حركة الكون يمكن تصويرها بدلالة الجسيمات المتحركة المختلفة الحجوم.

رينيه ديكارت (1596-1650)

رسومات وضعها ديكارت تظهر الكون وكأنه دوامات من المادة.



وضع ديكارت مبادىء الرياضيات الإحداثية، وهي طريقة تخوّلنا جمع أرقام مختلفة كالعمر أو الطول مع بعضها البعض في رسوم بيانية. وكان لأفكاره حول بنية الكون أثر عظيم، رغم أنّ نيوتن خالفها فيما بعد (أنظر ص 22).



إثنان من تلسكوبات غاليليو.

رسم لغاليليو يبيّن طريقة قياس ارتفاع الجبال على القمر.

الجمعيات العلمية

في أواسط القرن السابع عشر، أخذت مجموعات من الرجال في أوروبا تلتقي بانتظام في مدن مثل لندن وفلورنسا واكسفورد وباريس لمناقشة أفكارهم واختباراتهم العلمية. وكانوا في غالبيتهم من الأثرياء الذين يقومون باختباراتهم في بيوتهم ويرغبون بمشاركة اكتشافاتهم مع الآخرين.

وقد تطوّرت هذه اللقاءات غير الرسمية لتشكّل أولى الجمعيات العلمية. وخلال القرون التي تلت، ازدادت هذه الجمعيات قوّةً ونفوذاً وساعدها على ذلك تعاظم الاهتمام الرسمي بالعلوم. وكنتيجة جزئية لنفوذها وتأثيرها، تمّ تقسيم العلوم تدريجياً إلى مواضيع متخصّصة كالجيولوجيا وعلم الفلك، وبدأ الكثيرُ من الأشخاص يتخذون من البحث العلمي مهنةً تؤمّن لهم موردَ رزق.

شعار الجمعية الملكية، أقدم الجمعيات العلمية.

الثقة في الاختبار

كان فرنسيس بيكون ابنا لأحد رجال حاشية هنري الثامن ملك انكلترا. تدرّج كمحام ثمّ أصبح رجل سياسة في عهد الملكة أليزابيت الأولى. في العام 1617 عيّنت الملك جايمس الأوّل مستشاراً للبلاط الملكي ولكن في عام 1621، وبعد اتهامه بالرشوة، عزل من منصبه وطرد خارج البلاط الملكي.

فرنسيس بيكون (1561-1626).

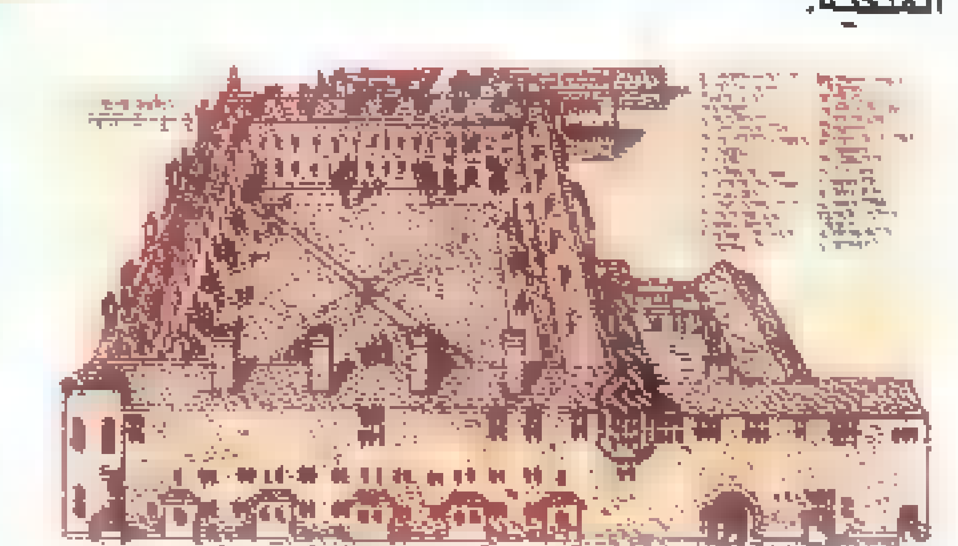
جمع بيكون أفكاره عن المناهج العلمية في سلسلة من الكتب والمقالات. وقد شعر بضرورة إيجاد حلول للمسائل العلمية بواسطة التجربة وقد ذكر في كتابه «المنهج العلمي الجديد» أنّ الاختبار الدقيق والمراقبة من شأنهما المساعدة في تحقيق اكتشافات علمية جديدة وتمكين الناس من التوصّل إلى نظريات جديدة. كما رأى أنَّ على العلماء تجميع الحقائق والأرقام عن كلّ موضوع من كل المصادر المتاحة. وفي عام 1627 نشِر كتابه الأخير «أطلنتس الجديدة» ويوضح فيه نظرته إلى عالم يكون فيه العلماء ملتزمين بتحسين حياة كل فرد في المجتمع.

بالرغم من أنّ بيكون لم ينفذ أيَّ اختبار علمي إلاّ أن أفكاره بقيت ذات تأثير كبير لسنوات عديدة. وخلال القرن السابع عشر، حثّت كتاباته وفلسفته في الاختبار الناسَ في جميع أنحاء أوروبا على إنشاء منظمات علمية جديدة.

الجمعية الملكية

كان لتأسيس الجمعية الملكية في لندن أهمية كبرى لأنه وللمرة الأولى تم تأمين مكان دائم لعقد اجتماعات المجتمع العلمي. ولم يعد الأعضاء أفراداً متعزلين بل أصبحوا يشعرون بالانتماء إلى مجموعة اجتماعية يمكنهم فيها مناقشة آخر اختباراتهم وأفكارهم العلمية.

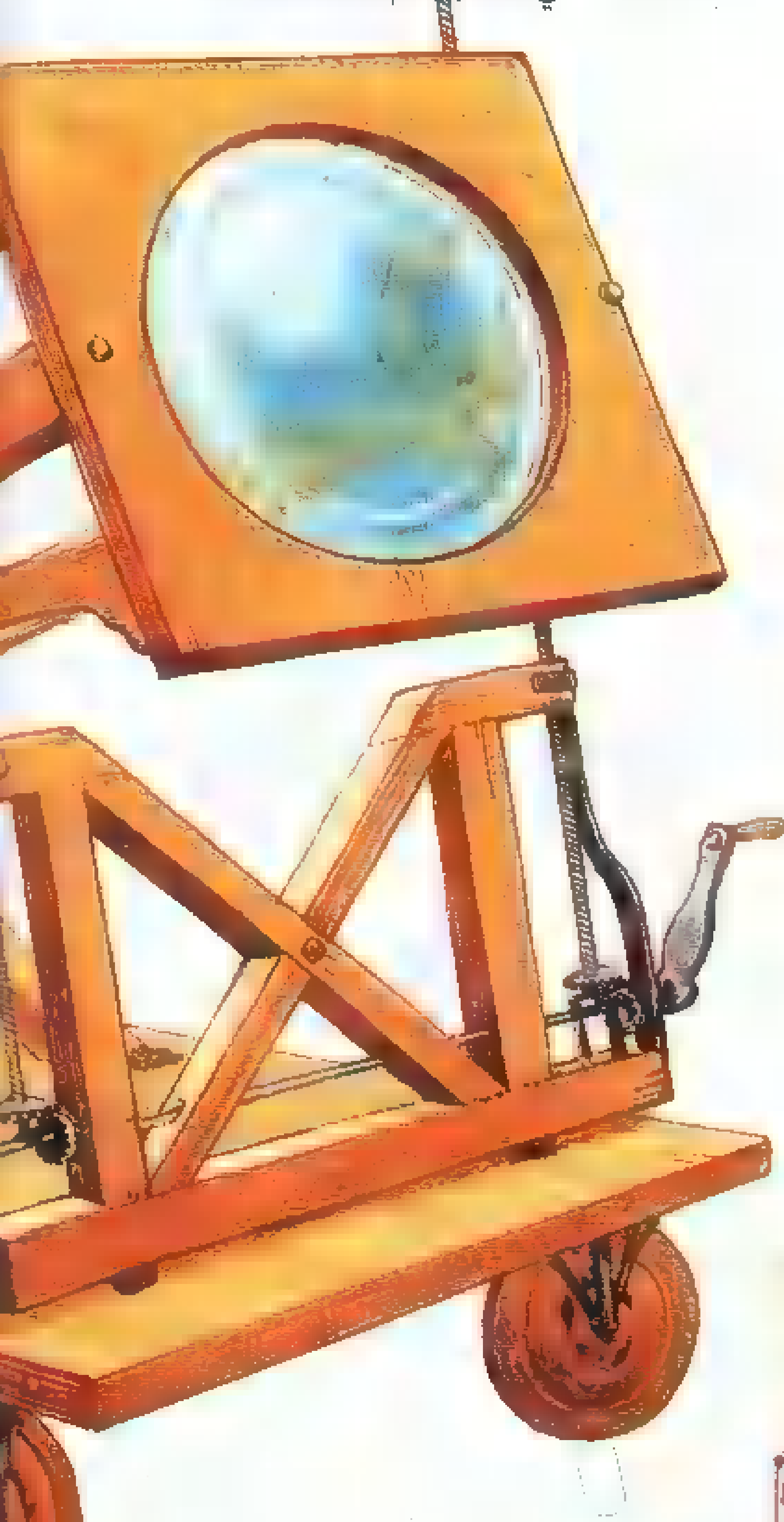
نقش يبيّن كلية غريشام، وهي كلية علمية تأسست في سنة 1596 قبل الجمعية الملكية.





قسم من امتياز الجمعية الملكية موقع من تشارلز الثاني.

تأسست الجمعية في العام 1662 في بداية عهد الملك تشارلز الثاني. وقد حظيت بدعم الملك الشخصي الذي أنعم عليها بامتياز ملكي يحدّد أهدافها ويعطيها بعض الحقوق. كان أعضاؤها المؤسسون في غالبيتهم من الأطباء





صورة نشرتها الحكومة الفرنسية في القرن السابع تمثل زيارة لويس الرابع عشر للأكاديمية الملكية للعلوم.

والفلاسفة والمسؤولين المهمين. وقد انضم إليها لاحقاً المهندس كريستوفر رن والكاتب صامويل بيبيز. ولا تزال الجمعية الملكية قائمة حتى يومنا هذا وهي منتدى مهم لعرض الأفكار.

الأكاديمية الملكية للعلوم

تأسست الأكاديمية الملكية للعلوم في باريس سنة 1666. وبالرغم من كونها تقوم على نفس مبادىء الجمعية الملكية الانكليزية، إلا أنها تختلف عنها كثيراً. وكان ملك فرنسا لويس الرابع عشر يحرص على استخدام العلوم ليزيد من قوته الشخصية ونفوذه فاهتم اهتماماً كبيراً بإدارة الأكاديمية.

كانت عضوية الأكاديمية محصورة في الأشخاص الذين أثبتوا تفوقهم الأكاديمي وحظوا برضى الملك.

ولكن، خلافاً لأعضاء الجمعية الملكية الانكليزية، كان الأكاديميون الفرنسيون يتقاضون رواتب من الحكومة. وكانت هذه البادرة بداية عهد العلماء الذين يتقاضون أجراً.

قامت الأكاديمية بالعديد من الأعمال الممتازة في حقل العلوم خصوصاً في النصف الثاني من القرن الثامن عشر. ولكن بسبب ارتباطها الوثيق بالملكية تمّ إلغاؤها إبان الثورة الفرنسية واستبدال «معهد فرنسا» الذي أسسه نابوليون بها.

عدسات عملاقة خارقة صنعها واستعملها لافوازييه (انظر ص 30) أثناء تجاربه في الأكاديمية الملكية للعلوم.

جمعيات متخصصة في بريطانيا

قبل أن تصبح الدراسة العلمية شائعة في الجامعات في النصف الثاني من القرن التاسع عشر، درج العلماء على مناقشة أفكارهم في جمعيات علمية. وكانت هذه الجمعيات تضم أشخاصاً ذوي تجارب مختلفة في ميادين الصناعة والكيمياء والطب. وقد ساهم تفاعل الأشخاص والمهارات في قيام الثورة الصناعية التي بدأت في بريطانيا لتمتد فيما بعد إلى سائر أنحاء أوروبا. ومنذ نهاية القرن الثامن عشر تحوّلت بلاد كثيرة في أوروبا إلى دول صناعية.

وفي لندن عظم شأن الجمعيات المتخصصة مثل الجمعية اللينية (علم الأحياء والتاريخ الطبيعي) في سنة 1788 والجمعية الجيولوجية في سنة 1807 والجمعية الفلكية في سنة 1831. وسرعان ما أصبحت هذه الجمعيات منظمات محترفة لها صحفها الخاصة وعضوية محصورة.

المانيا في القرن التاسع عشر

كان جوستس فون ليبيغ أحد أعظم علماء الكيمياء في القرن التاسع عشر. ولد في ألمانيا لأبٍ عالمٍ في الكيمياء. وفي العام 1822 انتقلَ إلى باريس لدراسة الكيمياء فزار المختبرات في فرنسا وأذهله المستوى الذي بلغته الكيمياء فيها. وإثر عودته إلى ألمانيا أنشأ مختبره الخاص للأبحاث في سنة 1824 في جامعة غيسن. وهناك طغى العمل الجماعي على البحث الشخصي.

جوستس فون ليبيغ (1803-1873)

كان مختبر ليبيغ أحدث وأفضل المختبرات تجهيزاً (فقد اخترع مكثّف ليبيغ، وهو جهاز تبريد يحوّل الغازات إلى سوائل)، وقد أثرت التجارب التي أجريت فيه على تطوّر الصناعات الألمانية وخصوصاً المنتجة للأصبغة والأدوية. وفي القرن التاسع عشر أيضاً صارت الجامعات الألمانية أمكنة لإجراء البحوث العلمية ومثالاً تحتذي به الجامعات الجديدة في كلّ أنحاء العالم.

زجاجات صباغ اصطناعي، مصنّعة في ألمانيا في القرن التاسع عشر.

نشأة التجارب العلمية

تشكل الاختبارات العلمية اليوم إحدى أهم نشاطات العلماء الأساسية، لكنها لم تكن كذلك لعدة قرون خلت. إذ كانت الأفكار العلمية غالباً ما تنطلق من الدين أو من الفلسفة وليس من التجربة العلمية. إلا أنه في نهاية القرن السابع عشر بدأ العلماء يشدّدون على اعتماد الاختبار كوسيلة صالحة لاكتساب المعرفة، فراحوا يدرسون العالم الطبيعي بمنظار مختلف مستخدمين أفكاراً وأدواتاً جديدة. وقد ساعدت طرقهم وإنجازاتهم في صياغة التفكير العلمي الغربي.

الفيزيائي والرياضي

ولد إسحق نيوتن، أحد أشهر علماء العالم، من عائلة مزارعين في لينكولنشاير بإنكلترا. التحق بجامعة كامبريدج في عام 1661 لدراسة الرياضيات وتخرّج منها سنة 1665، وهو العام الذي ضرب به الطاعون انكلترا. وعندما وصل الطاعون إلى كامبريدج أغلقت الجامعة أبوابها فعاد نيوتن إلى لينكولنشاير.

عاد نيوتن إلى كامبريدج سنة 1667، وبعد عامين أصبح أستاذاً للرياضيات فيها. وانتقل لاحقاً إلى لندن حيث تولى رئاسة الجمعية الملكية من سنة 1703 حتى وفاته (أنظر ص 20).



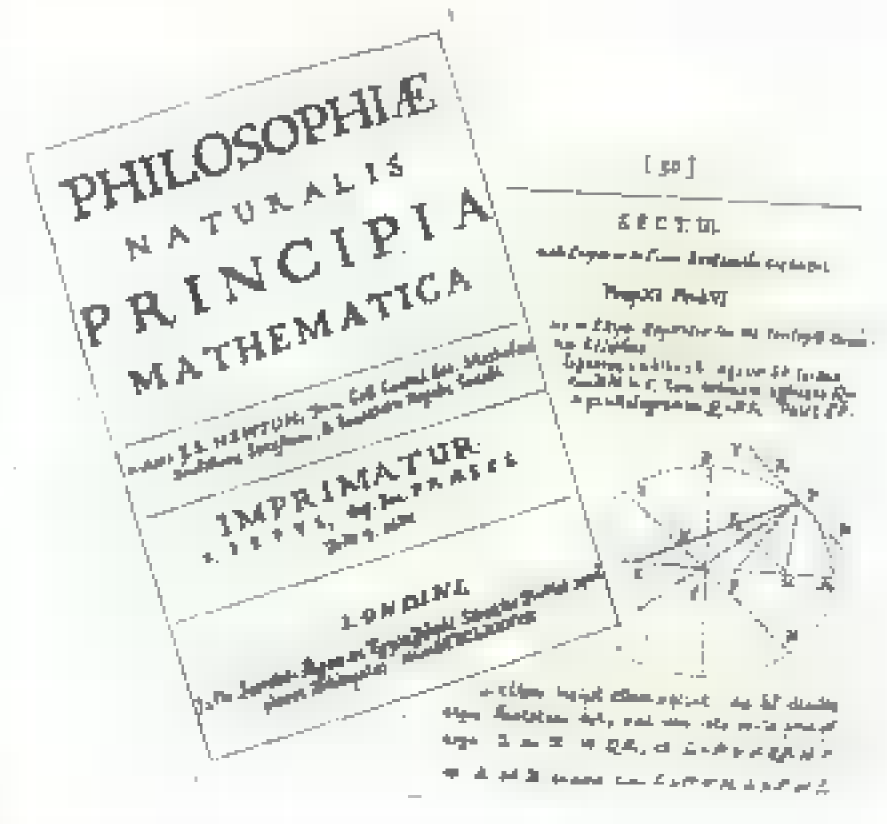
منزل نيوتن في لينكولنشاير.



إسحق نيوتن (1727-1642).

الحركة والجاذبية

كانت إقامة نيوتن في لينكولنشاير مثمرة للغاية ولكن الأعمال التي قام بها هناك لم تنشر في كتاب إلاّ سنة 1687. أمّا عنوان الكتاب فكان بعد ترجمته عن اللاتينية «المبادىء الرياضية للفلسفة الطبيعية» ولكنه عرف باسم «المبادىء».



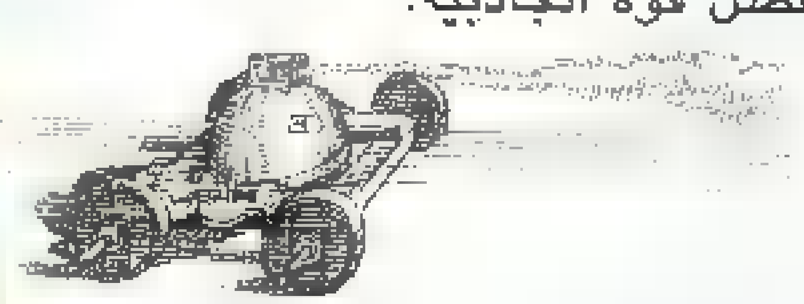
PHILOSOPHIÆ NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA

IMPRIMATUR

LONDINI

صفحتان من كتاب نيوتن «المبادىء».

تضمن المجلّد الأوّل قوانين نيوتن الثلاثة عن الحركة ونظريته في الجاذبية. ويقال إنه بدأ يفكر في المسألة عندما رأى تفاحة تسقط. فقد لاحظ وجود قوّة بين الأرض وكل الأجسام تجذبها إلى بعضها البعض، فالأرض تجذب الأشياء، كالتفاحة، بفضل قوّة الجاذبية.



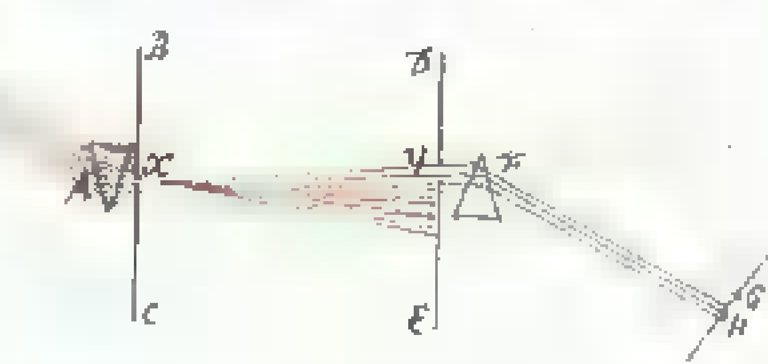
الة ابتكرها نيوتن لتبيان قانونه الثالث في الحركة.

تمكّن نيوتن بعد لجوئه إلى حسابات رياضية من حل معضلة تاريخية حول كيفية دوران الكواكب في الفضاء. وبيّن أنّ الشمس تُبقي الكواكب حولها بفضل قوة الجاذبية، مثلما تجذب الأرض التفاحة. وهذا ما ثبّت قوانين كبلر عن حركة الكواكب (أنظر ص 15) والتي استنتجها من خلال مراقبته لها. وقد أخضع نيوتن الكون كله ـ الأرض وسائر النجوم والكواكب ـ إلى مجموعة من القوانين الرياضية نظمها تبعاً لمبدأ الجاذبية الكونية. وكان لهذا العمل أثره البالغ في التفكير العلمي حتى يومنا هذا.

تجارب على الضوء

في العام 1704 نشر نيوتن كتاباً مشهوراً آخراً عنوانه «البصريات»، يصف فيه اختباراته على الضوء. في أحد الاختبارات، وجّه حزمة من أشعة الشمس نحو موشور زجاجي في غرفة مظلمة. فلاحظ أن الضوء ينقسم إلى درجات اللون المختلفة للطيف متحلّلاً إلى عدة ألوان تتراوح من البنفسجي حتى الأحمر.

وقد أظهرت تجربة نيوتن أنّ ضوء الشمس ليس أبيض، بل هو مزيج من البنفسجي والنيلي والأزرق والأخضر والأصفر والبرتقالي والأحمر.



رسم وضعه نيوتن لتجاربه على الضوء.



رسم كاريكاتوري يعود إلى القرن الثامن عشر يسخر من قوانين نيوتن عن الجاذبية.

المِضخّات والضغط

ولد روبرت بويل الابن الرابع عشر لإيرل كورك في قصر العائلة في مدينة ليسمور بإيرلندا. التحق بمدرسة في انكلترا ثم سافر في أرجاء أوروبا برفقة معلّمين خصوصيين. وهناك شرع بقراءة كتب غاليليو (أنظر ص 18) التي أثّرت فيه عظيم الأثر.

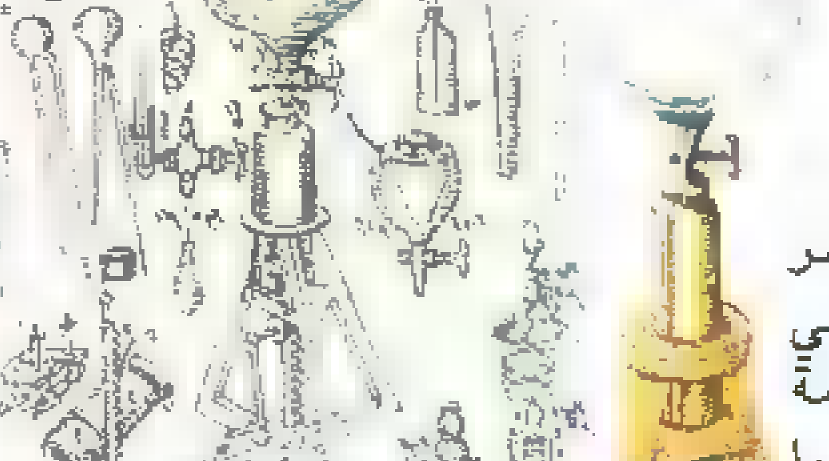
في العام 1654، وأثناء دراسته في جامعة اكسفورد، اهتمّ بويل بالأبحاث الجارية في أوروبا حول طبيعة الخلاء (الخلاء هو حيز محصور تمّ تفريغه من كلّ شيء حتى الهواء). بحلول سنة 1658 وبمساعدة روبرت هوك (أنظر لاحقاً) صمّم بويل وبنى نوعاً جديداً من مضخات الهواء استخدمها العالِمان للحصول على خلاء عن طريق ضخّ الهواء إلى خارج كرة زجاجية. وقد استُعمِلت أساساً لإجراء أبحاث حول الهواء والضغط الهوائي ولدراسة كيفية تنفس الحيوانات والنباتات.

روبرت بويل (1627-1691)

النظرية الذرية للمادة

استطاع بويل من خلال دراسته للهواء وللغازات أن يضع قانوناً يصف العلاقة بين حجم الغاز وضغطه. وبيّن أنه إذا خزّنت كمية من الغاز تحت درجة حرارة ثابتة ثمّ ضوعف الضغط عليها فإنّ حجم الغاز ينقص إلى النصف.

يظهر هذا الرسم إحدى تجارب بويل على ضغط السوائل.



مضخة التفريغ التي صمّمها بويل وهوك مع أدوات علمية أخرى.

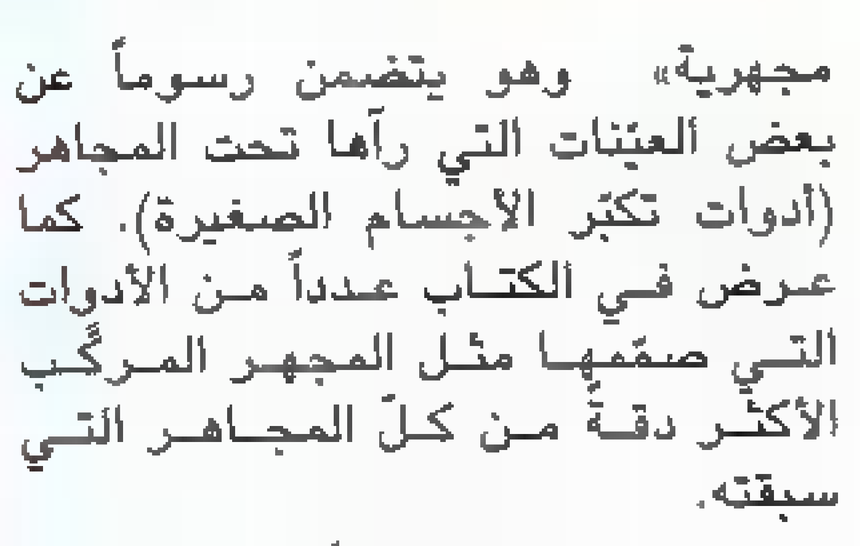
في عام 1661 نشر بويل كتاباً بعنوان «الكيميائي المتشكك» واعتبر في إحدى خلاصاته أنّ الهواء الذي يمكن ضغطه يجب أن يكون مؤلفاً من جسيمات صغيرة جداً ورأى أنّ كل شيء مؤلف من «دقائق أوّلية» يمكن أن تتجمع سوياً لتشكّل «جسيمات» أكبر حجماً. وهو وصف في الواقع ما يسمّيه العلماء اليوم «ذرات» و«جزيئات» وإن كانت هذه المفردات لم تظهر إلاّ لاحقاً مع دالتون وغيره (أنظر ص 31).

الميكانيكي العبقري

كان روبرت هوك نابغة في التجربة واختراع الآلات الجديدة. ولد في جزيرة وايت قبالة الساحل الجنوبي لإنكلترا. وأثناء دراسته في جامعة اكسفورد التقى روبرت بويل الذي استخدمه مساعداً له.

انتقل هوك إلى لندن سنة 1660 وبعد سنتين أصبح القيّم على المختبرات في الجمعية الملكية . في العام 1665 نشر كتابه «رسوم مجهرية» وهو يتضمن رسوماً عن بعض العيّنات التي رآها تحت المجاهر (أدوات تكبّر الأجسام الصغيرة). كما عرض في الكتاب عدداً من الأدوات التي صمّمها مثل المجهر المركّب الأكثر دقة من كلّ المجاهر التي سبقته.

مجهر هوك المركب.



رسم توضيحي لقملة من كتاب هوك «رسوم مجهرية».

عودة المذنّب

كان أدموند هالي (1656-1742) ابن رجل أعمال لندني. اكتسب عمله التجريبي في الفلك والمغنطيسية أهمية كبرى. واهتم لأول مرة بالمذنّبات (وهي كرات عملاقة من الجليد والغبار تدور حول المنظومة الشمسية) عند ظهور المذنّب العظيم سنة 1682.

وباستخدامه لنظرية نيوتن في الجاذبية، لاحظ هالي أنّ مدارات المذنّبات التي شوهدت في السنوات 1531 و 1607 و 1682 متطابقة وأنّ هذه المذنّبات ظهرت في فترات زمنية منتظمة، فرأى أنها لا بدّ أن تكون كلّها للمذنب نفسه. وقد صحّ توقعه عندما قال إن هذا المذنب سيعاود الظهور في عام 1758. ويعرف هذا المذنب اليوم باسم مذنب هالي تيمناً بالعالم الذي اكتشفه والذي دعم تكرار ظهوره الصورة التي رسمها نيوتن عن الكون.



ظهر مذنّب هالي قبل معركة هاستنغز في سنة 1066 كما هو واضح في الرسم (فوق) المطرّز على سجادة حائط.

تصنيف العالم الطبيعي

منذ أن بدأ الناس يصطادون الحيوانات ويجمعون النباتات، أدركوا التنوّع الكبير للكائنات الحية. ومنذ فجر التاريخ حاول الناس أن يرتبّوا الأنواع المختلفة في مجموعات تبعاً لخصائصها ومميزاتها وذلك ليتمكّنوا من فهمها بشكل أفضل، وهو ما يعرف بالتصنيف. ولكن على مدى السنين تمّ اكتشاف وتحديد أنواع جديدة وكثيرة ممّا أستدعى اعتماد أنظمة تصنيف جديدة تلائمها جميعها.

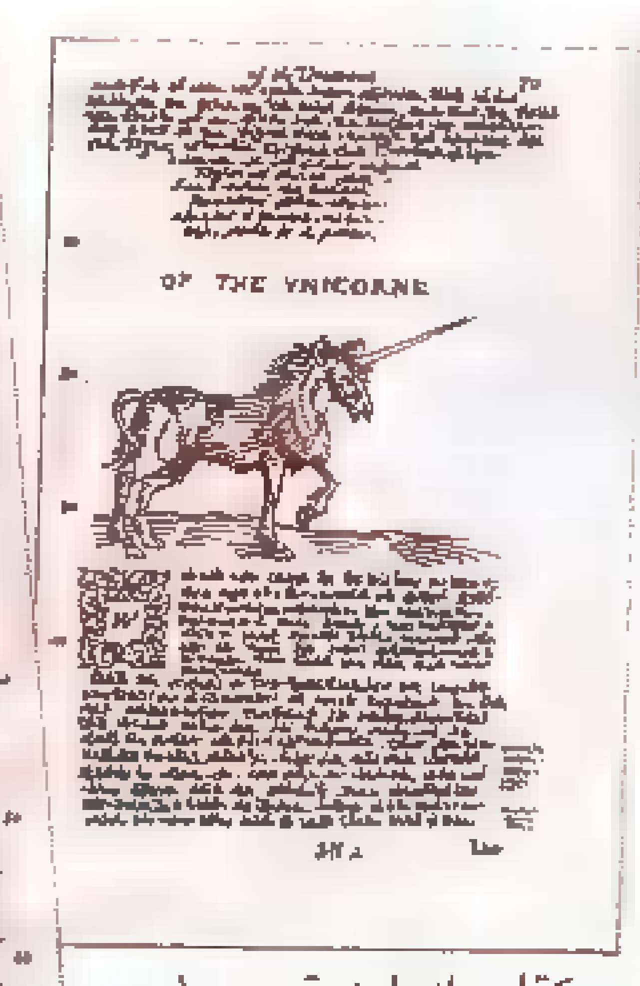
هذه صفحة من النسخة العربية لتصنيف أرسطو للحيوانات.



أوّل العلماء الطبيعيين

ولد كونراد غيسنر (1516-1565) في سويسرا. وفي سنة 1537، عندما بلغ الحادية والعشرين من عمره، تمّ تعيينه استاذاً للّغة اليونانية في أكاديمية لوزان الحديثة النشأة، ثم انتهى به المطاف في زوريخ حيث عمل كفيزيائي حتى مماته هناك متأثراً بمرض الطاعون.

اشتهر غيسنر بكتابه الضخم «تاريخ الحيوانات» الذي يضم خمسة مجلدات. وقد بيّن فيه، وفق ترتيب أبجدي، اسم كلّ مخلوق استطاع إيجاده عن طريق الملاحظة أو من



OF THE VNICORNE

كتاب إدوارد توبسل «تاريخ البهائم ذوات الأربع» (أعلاه) وهو الترجمة الانكليزية لكتاب غيسنر.



DeAquilaeamitaria.Lib.III

De Aquatilibus.

صفحات من كتاب غيسنر «تاريخ الحيوانات» الذي كتب بين سنة 1551 وسنة 1558.

خلال الكتب. وعلى الرغم من تضمن الكتاب أسماء حيوانات أسطورية bishoblish فإنّه ظلّ محتفظاً بأهميته كخطوة نحو فهم جديد لعالم الحيوانات. كما وفّر الكثير من التفاصيل حول ظهور الحيوانات ونوعية طعامها وأماكن تواجدها.

نشأة التصنيف

في القرن السابع عشر، عرف التصنيف بفضل جون راي أبرز تطوّر طرأ عليه. ولد راي في اسكس بإنكلترا. كانت أمه عشّابة ذائعة الصيت شجّعت اهتمامه بعلم النبات. وقد حاضر راي عن علم النبات في جامعة كامبريدج لأكثر من عشر سنوات، ثمّ اضطر إلى الانصراف عن ذلك لأسباب دينية.

جون راي (1627-1705)

ولاحقاً راح يجول في أوروبا برفقة عالم أحياء يدعى فرانسيس ويلوغبي. وإثر عودته إلى انكلترا سنة 1660، أصدر راي بياناً مصوّراً عن النبات بعنوان «النباتات النامية في جوار كامبريدج».

بين سنة 1686 وسنة 1704 ألّف راي كتاباً ضخماً سماه «تقرير شامل عن النباتات» يحتوي على وصف لسبعة عشر ألف نوع مختلف. وقد وضع نظاماً لتصنيف النباتات بحسب ثمارها وأزهارها وأوراقها. وهذا مّا جعله يسجّل تقدماً على طريقة غيسنر في تصنيف الحيوانات الذي كان يكتفي بتعداد صفاتها المميّزة. وأمّا نظام راي فقد فصّل الصفات المختلفة في النباتات ثمّ جمعها وفق المميزات التي تتشارك فيها، ممّا أعطى فكرة أكثر وضوحاً عن كيفية ارتباطها بعضها ببعض.



رسم من كتاب راي «أزهار بريطانيا».

حيوانات في متحف أحد علماء الطبيعة في القرن السابع عشر.

التصنيف الحديث

اشتهر عالم النبات السويدي كارل ڤون لينه باسمه اللاتيني لينيوس Linnaeus. درس الطب في جامعة أوبسالا في السويد ولكنه أمضى هناك معظم وقته في دراسة النباتات في حدائق الجامعة.

استقر لينيوس لاحقاً في لايدن في البلاد المنخفضة (هولندا) لثلاث سنوات. وأثناء إقامته هناك نشر عدداً كبيراً من الكتب منها كتاب «نظام الطبيعة». وبعد سنتين ألّف كتاب «أجناس النباتات».

لينيوس (1707-1778)

عمل لينيوس في اوبسالا من سنة 1741 حتى وفاته سنة 1778. في البدء تمّ تعيينه أستاذاً في الطب ثم أصبح أستاذاً في علم النبات في السنة التالية.

صفحة من كتاب لينيوس «نظام الطبيعة».

في العام 1753 نشر لينيوس كتابه «أنواع النباتات» الذي يعتبر اليوم نقطة البداية للنظام الحديث في تصنيف النباتات، وهو ما يعرف بنظام لينيوس أو «التسمية الثنائية» (نظام تسمية مؤلف من اسمين)، وما يزال قيد الاستعمال حتى يومنا هذا وإن طرأ عليه بعض التعديل.



منزل لينيوس في أوبسالا.

يعطي نظام التسمية الثنائية لكل نبتة اسمين، الأوّل يشير إلى الجنس أو الفصيلة التي تنتمي إليها، والثاني يشير إلى النوع أو إلى نمط نوعي أصغر ضمن الجنس. وهكذا فإنّ شجرة الليمون يصبح اسمها *Citrus limon* وشجرة البرتقال *Citrus aurantium*. كان لظهور كتاب «أنواع النباتات» الفضل في اتساع شهرة لينيوس في أوروبا، وقد أثّر هذا الكتاب تأثيراً كبيراً في دراسة التاريخ الطبيعي. وبعد وفاة لينيوس، شحن أحد معجبيه الانكليز مجموعة لينيوس وأوراقه إلى لندن.

على الرغم من إدراك لينيوس للفوارق بين النباتات البرية والنباتات الزراعية، فإنه استمرّ على اعتقاده بأنّ الكون ما زال على حاله منذ أن خلقه الله. واعتبر أنّ كلّ نوع من النباتات ومن الحيوانات ثابت لا يتغيّر وهذه النظرة نقاها «بوفون» فيما بعد.

دليل التغيُّر

ولد جورج - لويس لوكليرك، الكونت دو بوفون، وسط عائلة ثرية تقطن قرب مدينة ديجون في فرنسا. كان ناشطاً جداً في الحلقات العلمية ودرس الرياضيات وعلم النبات. في عام 1739 شغل منصب المدير العام للحديقة الملكية للنباتات في باريس.

جورج دو بوفون (1707-1788)

ألّف بوفون كتابين مهمّين: «مجموعة الأعمال العلمية» (1737 - 1752) وهو يتضمن أبحاثاً علمية بشكل مقالات في الرياضيات والفلك والفيزياء، أمّا الكتاب الثاني «التاريخ الطبيعي» 1749 1788 فهو مؤلف من ستة وثلاثين مجلداً، وهو عبارة عن مسح للعالم الطبيعي وعرض لتاريخ الأرض. وفيه رأى بوفون أنّ الأحافير تعطي دليلاً على أجناس انقرضت من الحياة الحيوانية.



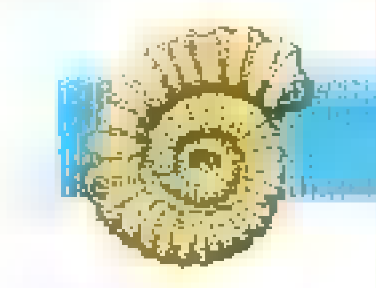
باحثون يعملون في «حديقة الملك».

وفي ردّه على لينيوس، اعتبر بوفون أنّ الأحافير تشكل دليلاً على عدم ثبات العالم الطبيعي على حاله بل على تغيره على مرّ السنين. كان كتاب «التاريخ الطبيعي» مهماً جداً إذ كان أول كتاب يشير إلى حدوث تطور في الأجناس خلال فترات زمنية طويلة. ولكن كان من الضروري إجراء المزيد من الأبحاث قبل الوصول إلى نظرية التطوّر (أنظر ص 28).



اعتبر بوفون أنّ الأحافير تعطي دليلاً على التغيّر.

عمر الأرض



قبل القرن التاسع عشر، استندت معظم النظريات المتعلقة بالأرض وتاريخها على الروايات التوراتية. ثمّ بدأ الناس يكتشفون تدريجياً دلائل تشير إلى أن الأرض أقدم ممّا توحي به التوراة. إذ تمّ اكتشاف طبقات من الصخور أكثر قدماً من غيرها ودلائل من الأحافير تشير إلى انقراض أجناس عديدة من النباتات والحيوانات، كما أظهرت البراكين والزلازل أنّ سطح الأرض تغيّر بالفعل.



يعود هذا الرسم إلى القرن السادس عشر وهو خلق العالم في 6 أيام.

فظهر علم جديد هو علم الجيولوجيا وتطوّر مع محاولة الناس إيجاد الجواب الحقيقي عن عمر الأرض. ويهتم علم الجيولوجيا بدراسة أصل الأرض وبنيتها وتاريخها.

النظرية النبتونية

ولد أبراهام ڤيرنر من عائلة ألمانية ثرية تعمل في صناعة الحديد والتعدين. وقد درس الحقوق في الأساس لكنه تركها لاحقاً ليدرس الجيولوجيا. في العام 1775 أسّس ويرنر معهداً لدراسة علم المعادن في مدينة فرايبرغ في ساكسونيا. وقد وضع أوّل نظام، يلقى قبولاً كبيراً، لتصنيف أنواع الصخور والمشاهد الطبيعية.

اعتقد كثير من الناس مع اقتراب القرن الثامن عشر من نهايته أنّ الأرض تشكّلت بفعل الزلازل والبراكين. إلا أن ڤيرنر رأى أنّ الأرض كانت في أحد الأزمنة مغمورة بمحيط كبير أحدثه الطوفان الوارد في التوراة. ثم انحسرت المياه ببطء فيما بعد مخلّفة وراءها طبقات من الصخور تكوّنت من المعادن الموجودة في المياه. وقد عرفت هذه النظرية بالنظرية النبتونية، نسبة إلى نبتون إله البحر عند الرومان. أمّا أهم استنتاجات ڤيرنر فكان أنّ هذه العملية استغرقت بالضرورة وقتاً طويلاً جداً يقارب المليون سنة. وقد كان لذلك أثر كبير على أعمال الجيولوجين فيما بعد.

إبراهام ڤيرنر (1749-1817).

النظرية البلوتونية

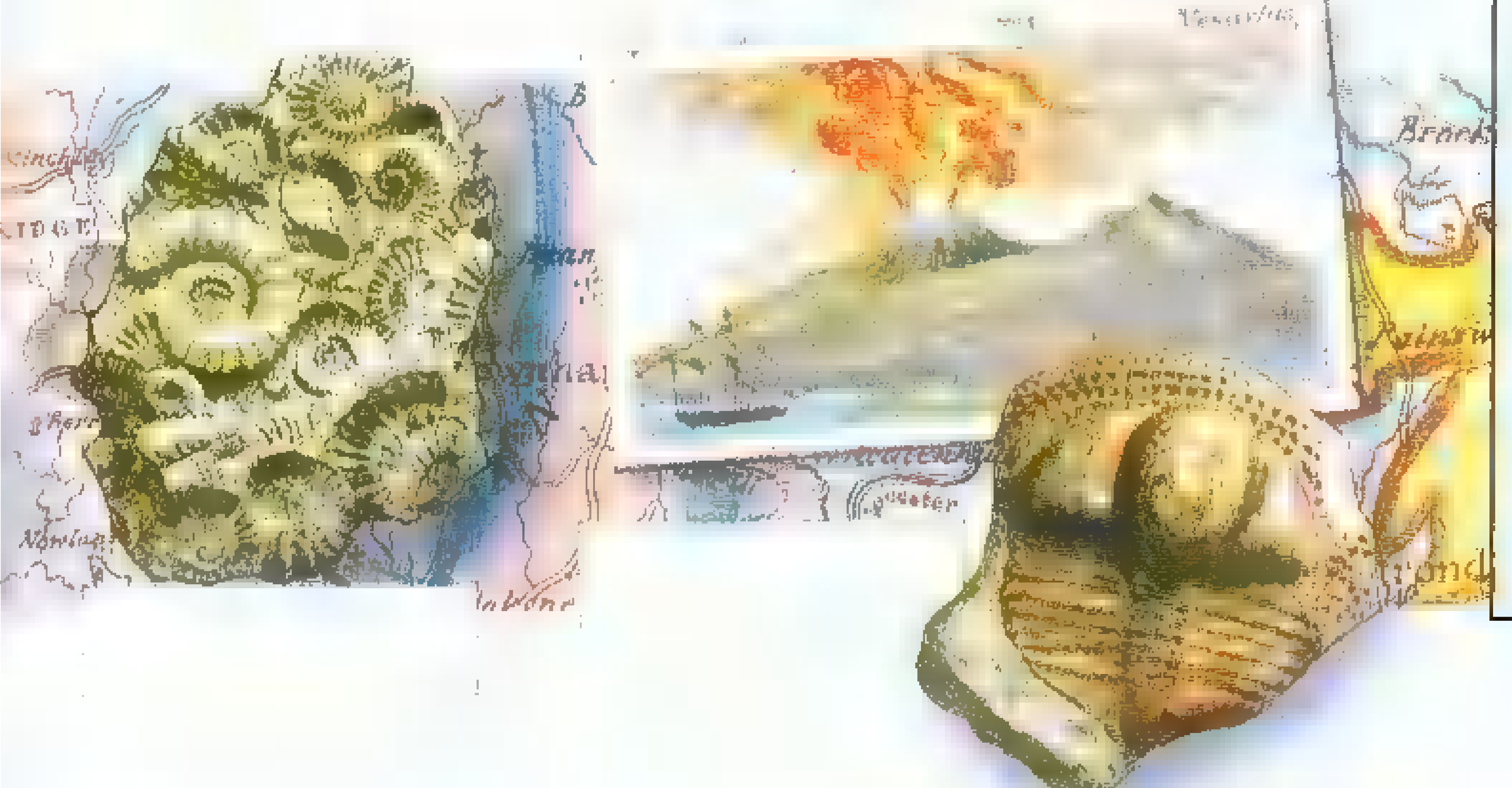
رغم أن جايمس هوتون بدأ كمحام متدرج في اسكتلندا ثم تأهل كطبيب، إلا أنه أصبح في النهاية عالماً جيولوجياً مشهوراً.

في العام 1795 نشر هوتون كتاب «نظرية الأرض» وفيه لم يأتِ على ذكر الطوفان في التوراة بل اعتبر أنّ الأرض تغيّرت ببطء شديد على مدى ملايين السنين وما زالت. وطبقاً لنظريته، فإن قشرة الأرض تعرضت في البداية للقوى الطبيعية كالريح والمياه والهزات الأرضية والبراكين. ثمّ شكلت المواد الناتجة عن التعرية طبقة تصلّدت على سطح الأرض. أخيراً أدت الحرارة الصادرة من قلب الأرض إلى حركة الصخور التي شكلت تباعاً قارات جديدة. واعتبر هوتون أنّ هذه الدورة مستمرة دائماً ممّا يعني أنّ الأرض تجدّد نفسها باستمرار. وقد عرفت هذه النظرية بالنظرية البلوتونية نسبة إلى بلوتو إله الجحيم عند الإغريق. وقد شجعت هذه النظرية على اتباع أسلوب جديد في التفكير. ورغم أن نظرية ڤيرنر قالت أيضاً إن تكوّن العالم استغرق وقتاً طويلاً للغاية إلا أنها ظلّت متعلّقة بالطوفان التوراتي. أمّا نظرية هوتون فإنها شككت بالتفسير الحرفي لتاريخ الخلق الوارد في التوراة.



جايمس هوتون (1726-1796) يجمع عينات صخرية.

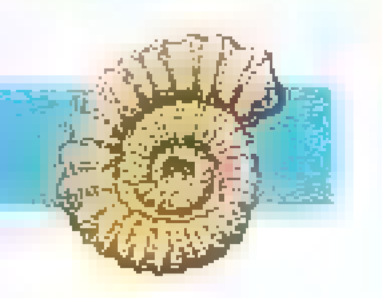
رسم قديم لانفجار بركان ڤيزوف في جنوب ايطاليا.





الأحافير

الأحافير هي بقايا نباتات وحيوانات حفظت في الصخور. وهي قديمة قدم الصخور المحفوظة فيها، وبعضها تكوّن منذ أكثر من 600 مليون سنة. وعند دراسة الأحافير عن كثب يمكننا تكوين صورة عن الحياة على الأرض منذ ملايين السنين.



التغيّر المنتظم

ولد تشارلز لايل في اسكتلندا. درس القانون في جامعة اكسفورد لكن اهتمامه تحوّل إلى علم الجيولوجيا وهو في الحادية والعشرين من عمره. في العام 1831 عيّن استاذاً لعلم الجيولوجيا في كينغز كولدج في لندن. وقد ساهم لايل في جعل هذا الموضوع عِلماً قائماً بحدّ ذاته بعد أن كان هواية يمارسها الهواة الأثرياء.

تشارلز لايل (1797-1875).

رأى لايل أنّ المعالم الجيولوجية سبّبتها عوامل طبيعية نشطت خلال فترات زمنية طويلة. فالرياح تعري الجبال، والأنهار الجليدية تحمل معها الصخور الضخمة، والبراكين تتفجّر، والأنهار تعرّي الوديان، والبحار تنحت الجروف. وقد عرفت هذه النظرية بمبدأ الاطراد، لأنها تقول إنّ الطبيعة تعمل باطراد على نمط واحد. وكان هوتون أوّل من طرح هذه النظرية طرحاً عاماً، ولكن لايل هو من ناقشها بشكل أكثر إقناعاً ووضوحاً. وقد استعان بمعلومات جديدة جمعها بعد موت هوتون ليدعم أفكاره. ومع الوقت أصبحت نظرية معظم علماء الجيولوجيا ولا زالت حتى اليوم.

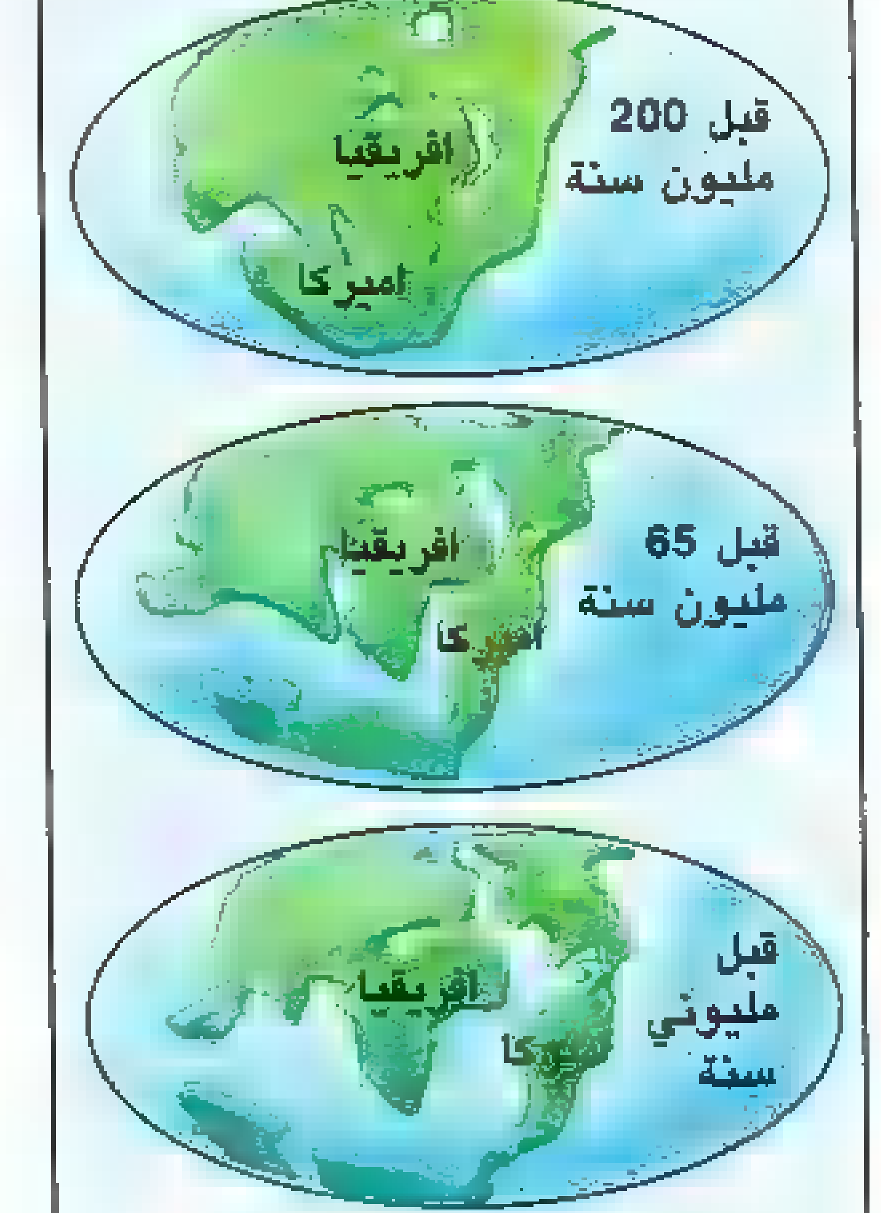
أم القارات

كان ألفرد ويغنر عالماً ألمانياً بالأرصاد الجوية (يدرس أحوال الطقس). درس في جامعات برلين وهايدلبرغ وإينزبروك. في العام 1910، وأثناء تفحصه لخريطة العالم لاحظ ويغنر أنّ الساحل الغربي لأفريقيا يلائم بتعاريجه الساحل الشرقي لأميركا الجنوبية. من هذا المنطلق واستناداً إلى دلائل أحفورية، رأى ويغنر أنّ القارتين كانتا متصلتين معاً وتؤلفان جزءاً من قارة عظمى سمّاها بانجيا. وقال إن هذه القارة تجزّأت بفعل عوامل معينة وأنّ أجزاءها المنجرفة شكلت القارات الحالية. وقد عرفت هذه النظرية بنظرية «الانجراف القاري».

ومنذ العام 1960 توسّعت أفكار ويغنر لتؤلّف نظرية جديدة هي «النظرية التكتونية». وتنص هذه النظرية على أن قشرة الأرض ليست كتلة صلبة واحدة وإنّما هي كتل متصدعة عملاقة (تعرف «بالألواح») تحمل القارات والمحيطات. وتصف هذه النظرية عملية مستديمة يتمّ بموجبها اندفاع الصخر الذائب إلى الأعلى بين الألواح ونحو سطح الأرض حيث يتصلّب. وبصورة مشابهة، تنزلق حواف الألواح تحت حواف الألواح المتاخمة لها فتذوب من جديد. أما إذا لم يحدث هذا واصطدم لوحان عندئذ يحصل زلزال على طول نقطة الصدم.

الانجراف القاري

تظهر هذه الرسوم تفكك قارة بانجيا إلى القارات المعروفة اليوم



حسب نظرية الانجراف القاري، كانت قارات نصف الكرة الجنوبي متصلة معاً وتشكل قارة واحدة عملاقة. وكذلك كانت قارات نصف الكرة الشمالي. وبسبب الانجراف الذي يصيب قشرة الأرض، فإن هذه القارات لا تبقى في مكانها بل تتحرك دائماً. فمثلاً، تقول النظرية إنّ شمال افريقيا الشمالية كان مغطى فيما مضى بالجليد وكان يقع موقع القطب الجنوبي اليوم. أمّا منطقة القطب الجنوبي فكانت مكسوة بالغابات الاستوائية.

رسومات لايل لأصداف أحفورية.



الفرد ويغنر (1880-1930).



التطور

حتى نهاية القرن السابع عشر، كان معظم الأوروبيين يؤمنون بأنّ كلّ ما في الطبيعة بقي دائماً على الحال التي وجد فيها، وأن أنواع النباتات والحيوانات ثابتة لا تزال كما خلقها الله أوّل مرة. ولكن في القرن الثامن عشر ظهرت مجموعة متزايدة في الأدلة التي تناقض هذا التفكير. وبدأ بعض الناس يقول إن الخصائص النباتية والحيوانية لها القدرة على التغير خلال فترات طويلة من الزمن. وهو ما يعرف اليوم بالتطور.

أفكار تطورية أولى

ولد جان بابتيست دومونيه، شوفالييه دولامارك، في فرنسا وهو الابن الحادي عشر والأصغر لعائلة ارستقراطية ولكن فقيرة. عاش حياة صعبة ومات فقيراً ضريراً وطوى أعماله النسيان. عندما بلغ السادسة عشرة من العمر انخرط في الجيش لكنه اضطر إلى تركه بسبب صحته العليلة. وقد أجبره الفقر والعوز المادي إلى العمل في أحد المصارف بدل الانصراف إلى ممارسة الطب مهنته المحبّبة.

شوفالييه دولامارك (1829-1744).

عالم نبات ملكي

كان لامارك في أوقات فراغه ينصرف إلى دراسة النباتات فأصبح خبيراً فيها، لدرجة أنه عُيِّن، في العام 1781، عالماً نباتياً تابعاً للملك الفرنسي. وبعد الثورة الفرنسية بعشر سنوات اختير استاذاً في علم الحيوان في متحف التاريخ الطبيعي في باريس. وهناك ألقى محاضرات وأعدّ نشرات ونظم معارض.

بعد أن تنبّه لامارك لوجود فروقات بين الأحافير وأشكال الحيوانات الحديثة اقتنع أنّ الأنواع النباتية والحيوانية ليست ثابتة دائماً، ولكنها قد تتغير من جيل إلى آخر. وقد تأثرت أفكاره ليس بالأحافير فقط وإنما بدلائل جيولوجية أخرى أظهرت أنَّ سطح الأرض تغيَّر على مدى سنوات طويلة (أنظر ص 26).



سمكة احفورية

سمكة حيّة.



«حديقة الملك» في باريس حيث قام لامارك بدراساته.

استنتج لامارك أنه من الممكن أن تكون خصائص الحيوانات قد تغيرت خلال حياتها لتتمكن من التأقلم مع محيطها. وقال إن هذه التغيرات انتقلت إلى ذريتها. فمثلاً اعتبر أن عنق الزرافة قد يكون ازداد طولاً خلال حياتها نتيجة مدِّه لتستطيع التهام أوراق الأشجار. وإن هذا التغيّر انتقل إلى الجيل اللاحق.

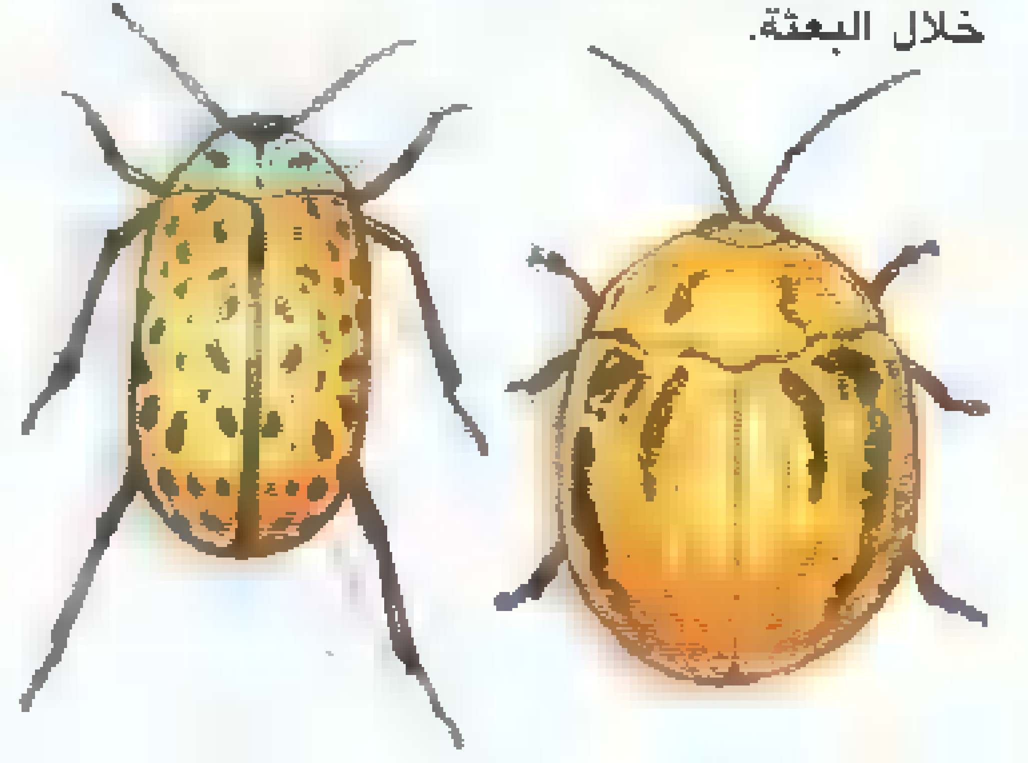
أمّا اليوم فيعتقد الناس أنَّ هذه النظرية خاطئة رغم أن جوانب منها استُعملت في نظرية التطوّر التي طرحها بعد خمسين عاماً كل من داروين ووالاس.

بعثة إلى أميركا الجنوبية

ولد تشارلز داروين في شروزبوري بإنكلترا لأب طبيب ناجح. التحق بمدرسة شروزبوري وأكمل دراسته في الطب في جامعة إدنبرة لكنه لم يحب هذا الاختصاص. ونزولاً عند الحاح أبيه انتقل إلى جامعة كامبريدج لدراسة الكهنوت. ورغم نجاحه في الحصول على شهادة هناك فإنه لم يكن أيضاً سعيداً بهذا الاختصاص، بل أظهر اهتماماً كبيراً في علم النبات وعلم الحشرات. في عام 1831، لاحظ جون هنسلو، وهو أستاذ في علم النبات، مواهب داروين فأمَّن له مكاناً بصفة عالم طبيعة في بعثة متجهة إلى أميركا الجنوبية. قبل سفره، قرأ داروين أعمالاً لعالم الجيولوجيا تشارلز لايل (أنظر ص 27) كان لها عظيم الأثر عليه وعلى أعماله فيما بعد.

تشارلز داروين (1882-1809)

صفحة من دفتر ملاحظات داروين.



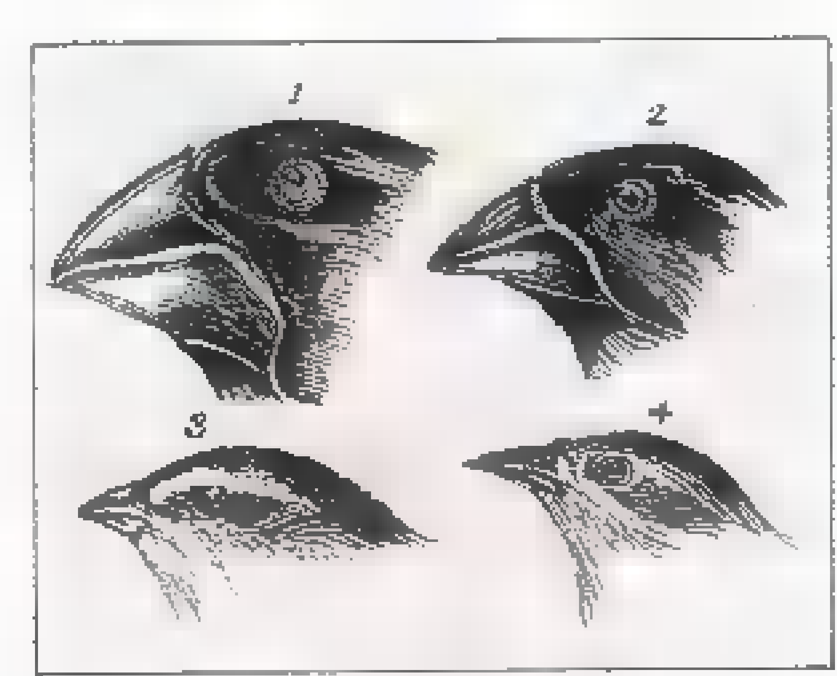
خنافس جمعها داروين خلال البعثة.

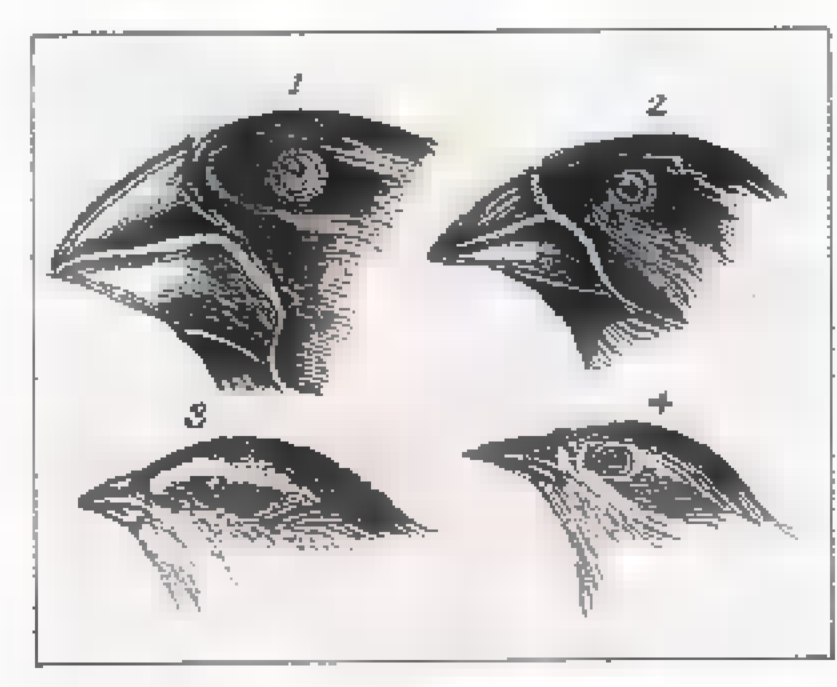


أحد نوعي الاغوانة من جزر غالاباغوس.

اكتشافات داروين

انطلقت البعثة في السفينة الملكية «بيغل» ودامت رحلتها خمس سنوات زارت خلالها البرازيل والأرجنتين والتشيلي والبيرو وجزر غالاباغوس، وهي عشر جزر صخرية تقع بمحاذاة ساحل الأكوادور في المحيط الهادىء، وتتمتع كل واحدة منها بحياة بريّة

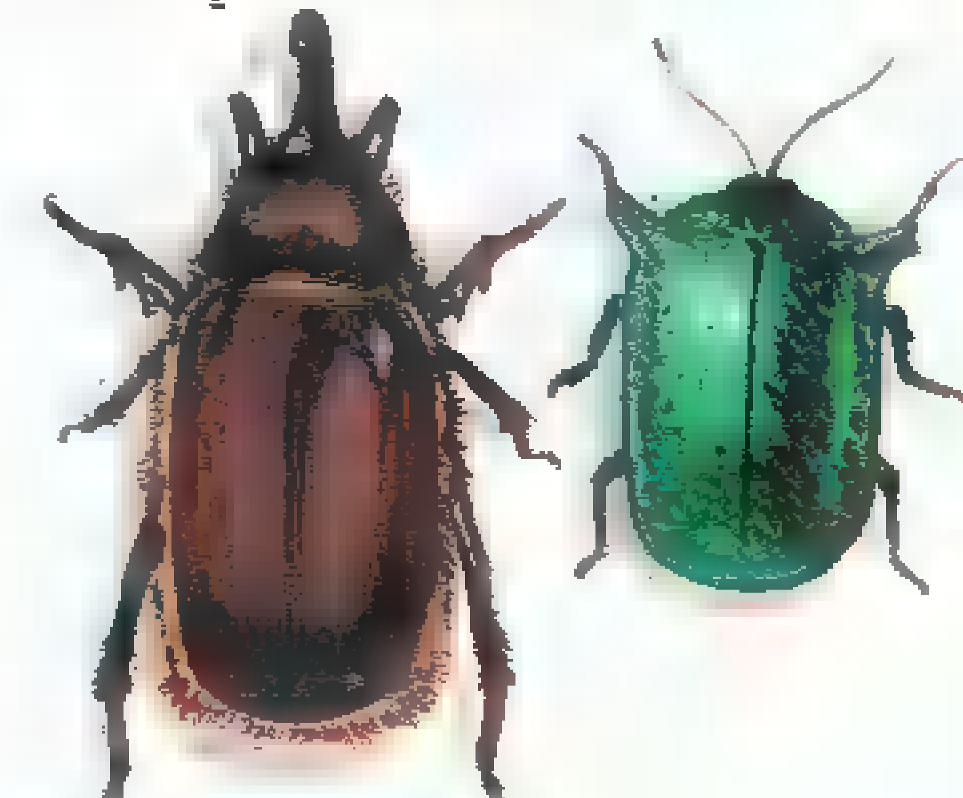




رسم لداروين يظهر أنواع الحساسين في جزر غالاباغوس.

مختلفة عن الأخرى.

على طول الطريق، جمع داروين مجموعة هائلة من الصخور والأحافير بالإضافة إلى عيّنات من النباتات والطيور والحيوانات. وقد دوّن ملاحظات دقيقة جداً حول كل ما رآه خلال رحلته. وقد استعمل لاحقاً الكثير من هذه المعلومات، خصوصاً الملاحظات التي دوّنها في جزر غالاباغوس لتكوين نظريته في التطور.





عادت «بيغل» إلى انكلترا في تشرين أول/اكتوبر 1836. أمضى داروين العشرين سنة اللاحقة في تدوين نتائج أبحاثه. في العام 1858 استلم مخطوطة كتبها الفرد والاس (1823-1913) وهو عالم ذو أفكار مماثلة لأفكار داروين. ورغم أنهما عرضا أفكارهما سوياً، إلا أن الدور الذي قام به داروين، اعتبر أكثر أهمية من دور والاس.

في العام 1859 نشر داروين كتابه «في أصل الأنواع»، وفيه أورد نظرياته في التطوّر. لقي الكتاب نجاحاً فور ظهوره لكنه أثار ضجة لأنه تعارض مع المعتقدات التقليدية حول بداية الحياة على الأرض. أمّا إحدى أكثر الأفكار ثورية فيه فكانت أنَّ جميع الكائنات الحيّة تطوّرت على مدى ملايين السنين، وهذا ما يتعارض مع التعليم التوراتي القائل إن العالم تكوّن في ستة أيام وإنّه لم يتغير منذ ذلك الحين. واليوم يوافق معظم العلماء على جانب من نظرية داروين المتعلق بتفسير التغيير البيولوجي، رغم أنَّ نظريته لا تزال عرضة للتنقيح. غير أنَّ بعض الناس لا يزالون يعارضون حتى الآن أفكار داروين مستندين في ذلك على مبادىء دينية.

رسم كاريكاتوري يسخر من قول داروين إن الإنسان أصله قرد.

الانتقاء الطبيعي

أدرك داروين أنَّ الكائنات الحيّة مضطرة إلى التنافس مع بعضها للطعام والمسكن، ولاحظ أنه ضمن كل نوع يولد بعض الأفراد بسمات تجعلهم بالصدفة أكثر أهلية للبقاء من غيرهم، وهذه السمات تورّث إلى الذُّرّية التي تصبح تدريجياً أكثر شيوعاً. وإذا لم تتمتع الأفراد الأخرى بالسمات المساعدة تكون أكثر عرضة للانقراض. وهكذا تتأقلم الأنواع كلّها مع بيئتها على مرّ أجيال كثيرة. ويمكن أن نرى عملية الانتقاء الطبيعي هذه من خلال طريقة تأقلم الفراشات الفضية اللون مع التغيرات البيئية في القرن التاسع عشر.

في البدء كان لون هذه الفراشات فضياً ينسجم مع جذوع الأشجار الفاتحة اللون، ولكن مع اسوداد الأشجار بفعل التلوث أصبحت الفراشات أكثر وضوحاً وبالتالي أكثر عرضة للطيور التي تلتهمها. ولكي تحافظ على بقائها وُلد بعضها بلون أكثر دكنة من غيرها فأصبحت أقل وضوحاً من ذي قبل. وقد أورثت لونها الداكن إلى ذريتها، وبذلك أصبحت الأنواع كلها أكثر دكنة.

فراشة بلون الفلفل الأبيض.

فراشة بلون الفلفل الأسود مموهة بالخلفية الأكثر سواداً.

تطور الكيمياء الحديثة

ترجع أصول الكيمياء (دراسة المواد المكوّنة للعالم المحيط بنا) إلى مهنة الخيمياء القديمة (أنظر ص 10). لكن الخيمياء ارتبطت ارتباطاً وثيقاً بالسحر والشعوذة، ولا ينظر إليها حالياً على أنها علم.

تعود جذور الكيمياء أيضاً إلى العمليات الصناعية كصناعة الحديد وإنتاج الأدوية للأغراض الطبية. ومع نمو التجارب والأبحاث تطوّرت ممارسة الكيمياء لتصبح علماً حديثاً.

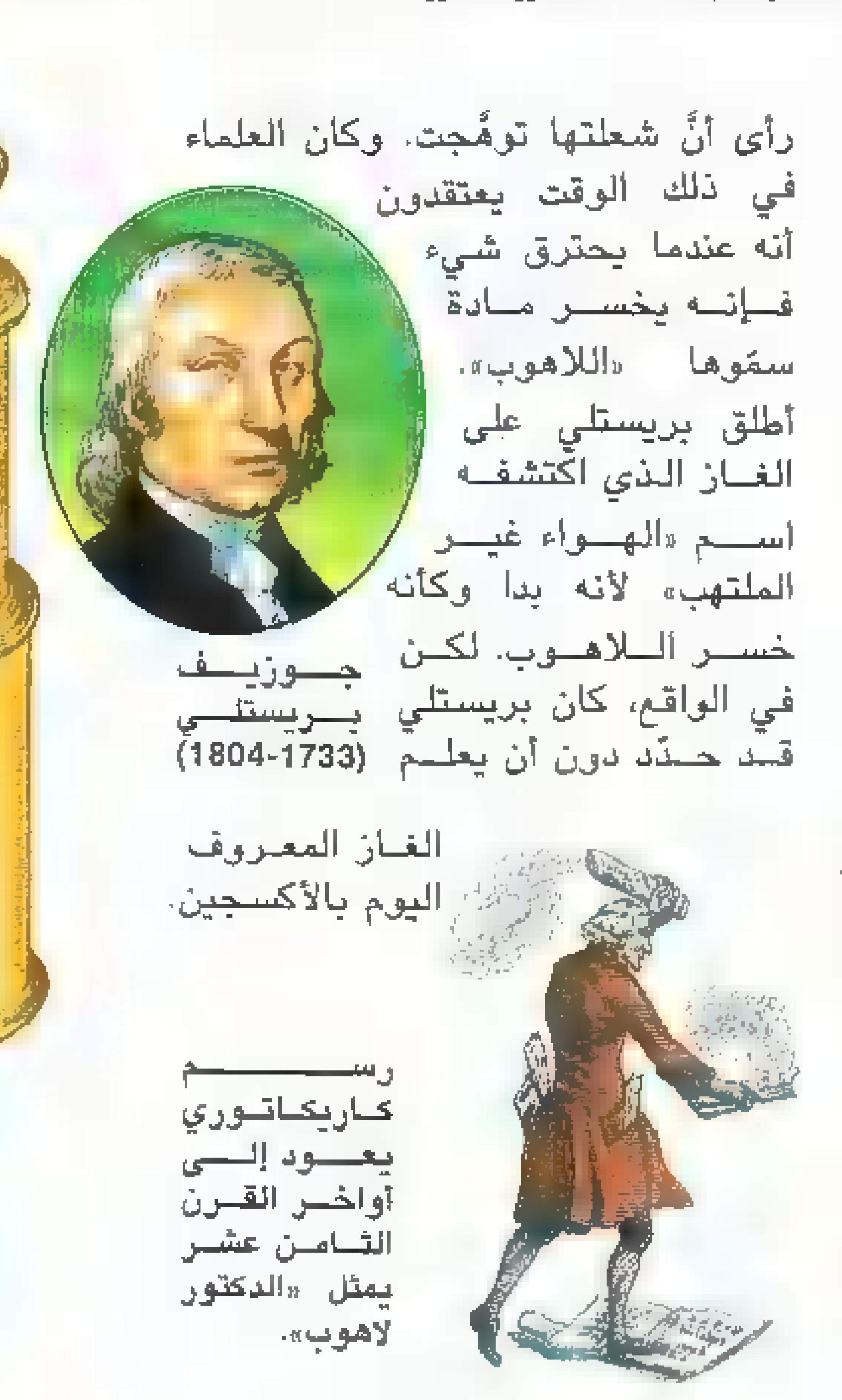
تجربة في مختبر في القرن السادس عشر.

دراسة التفاعلات الكيميائية

في العام 1756 قام باحث اسكتلندي يدعى جوزيف بلاك (1728-1799) بدراسة مهمة حول تفاعل كيميائي (التغير الذي يحدث عند تشكل مادة جديدة). اكتشف بلاك أنه عندما سخّن مادة تدعى كربونات المغنزيوم فقدت هذه المادة بعضاً من وزنها. وقد عزا سبب ذلك إلى إصدار المادة غازاً خلال عملية التسخين سمّاه «الهواء الثابت»، الذي نعرفه اليوم باسم ثاني أكسيد الكربون.

غاز جديد يكتشف

ولد جوزيف بريستلي في يوركشير بإنكلترا. درس اللاهوت لكنه سرعان ما تحول إلى الاهتمام بالبحث العلمي. وقد وفر له عمله شهرة واسعة، إلا أن ضغوطاً سياسية أجبرته على مغادرة انكلترا إلى الولايات المتحدة في عام 1791. وفي العام 1774 قام بريستلي بأهم اكتشافاته إذ لاحظ أنه عندما سخّن أكسيد الزئبق، وهو مادة كيميائية، انطلق غاز منه. وعندما قام بتقريب هذا الغاز من شمعة مضيئة رأى أنّ شعلتها توهّجت. وكان العلماء في ذلك الوقت يعتقدون أنه عندما يحترق شيء فإنه يخسر مادة سمّوها «اللاهوب».



جوزيف بريستلي (1733-1804)

أطلق بريستلي على الغاز الذي اكتشفه اسم «الهواء غير الملتهب» لأنه بدا وكأنه خسر اللاهوب. لكن في الواقع، كان بريستلي قد حدّد دون أن يعلم الغاز المعروف اليوم بالأكسجين.

رسم كاريكاتوري يعود إلى أواخر القرن الثامن عشر يمثل «الدكتور لاهوب».

مجهر بريستلي

مؤسّس الكيمياء الحديثة

ولد انطوان لافوازييه (1743-1794) في باريس. تدرب كمحام ثم تحوّل اهتمامه إلى العلم وعمل بصفة جابي ضرائب في سبيل دعم بحثه العلمي. ولأن جباة الضرائب لم يكونوا محبوبين من قبل قادة الثورة الفرنسية، كان لافوازييه واحداً من كثير نُفذ فيهم حكم الإعدام عند نهاية الثورة.

اعتقال الثوار الفرنسيين للافوازييه.

رموز دالتون لذرات العناصر المختلفة.

تسمية الأكسجين

أجرى لافوازييه سلسلة من التجارب خصصها لدراسة عملية الاحتراق. فسخَّن عدداً من الأجسام المختلفة في الهواء وقام بوزنها بدقة قبل التسخين وبعده. وقد وجد أنَّ الأجسام بدل أن تخسر من وزنها أصبحت أثقل. علَّل لافوازييه ذلك بأن الأجسام لا بد أن تكون امتصت شيئاً من الهواء. وبرهن أنَّ هذه المادة الممتصة المجهولة هي نفسها التي حدّدها بريستلي، فأعاد تسميتها بالأكسجين.

بعد أن نجح لافوازييه في شرح بعض الظواهر التي راقبها العلماء،

جهاز استعمله لافوازييه للتحقق من الاحتراق.

ساعدت نتائجه في دحض نظرية «اللاهوب» التي اعتُمدت مدة مئة عام تقريباً. ولا يزال تعريفه للاحتراق على أنّه اتحاد مادة ما مع الأكسجين معتمداً حتى اليوم. كان لافوازييه أوّل رجل برهن أنّ جميع أشكال الاحتراق (بما فيها عملية التنفس عند الحيوان والنبات) تتضمن إضافة الأكسجين. وقد ساهم عمله بالإطاحة بالكثير من الأفكار الخاطئة الموروثة عن الخيمياء.



وحدات البناء الكيميائي

في عام 1789 نشر لافوازييه كتابه «طرق تسمية العناصر الكيميائية» الذي اعتمد فيه على أعمال روبرت بويل (أنظر ص 23). وفيه طوّر الفكرة القائلة إنّ العناصر (وهي مواد لا يمكن شطرها إلى مواد أصغر منها) هي وحدات البناء الكيميائي. وقد عدَّد لافوازييه 33 عنصراً رتبها بطريقة تظهر كيف تتحد لتشكل المركّبات (مواد مؤلفة من أكثر من عنصر واحد). كما أدخل الكتاب نظاماً جديداً لتسمية المواد انطلاقاً من محتواها الكيميائي. وقد كان لهذه المواد من قبل أسماء خاطئة مشوشة اشتق بعضها من الخيمياء.

نظرية ذرية حديثة

ولد جون دالتون في بلدة صغيرة شمال انكلترا. وقد تعلم لوحده العلوم وقادته أفكاره إلى فهم أكبر لأكثر العمليات الكيميائية الأساسية وهي: طريقة اتحاد العناصر لتأليف المركّبات. في العام 1808 نشر كتاباً عنوانه «نظام جديد للفلسفة الكيميائية» وفيه نقطتان أساسيتان. الأولى، أن جميع العناصر الكيميائية مؤلفة من جسيمات صغيرة جداً تدعى ذرّات، لا تتحطم أثناء التفاعلات الكيميائية. والثانية، أن جميع التفاعلات الكيميائية تنتج إما عن اتحاد الذرات مع بعضها أو عن انفصال الذرات عن بعضها. ومن الأفكار الهامة الأخرى في الكتاب إشارته إلى أن للذرات المختلفة أوزاناً مختلفة.

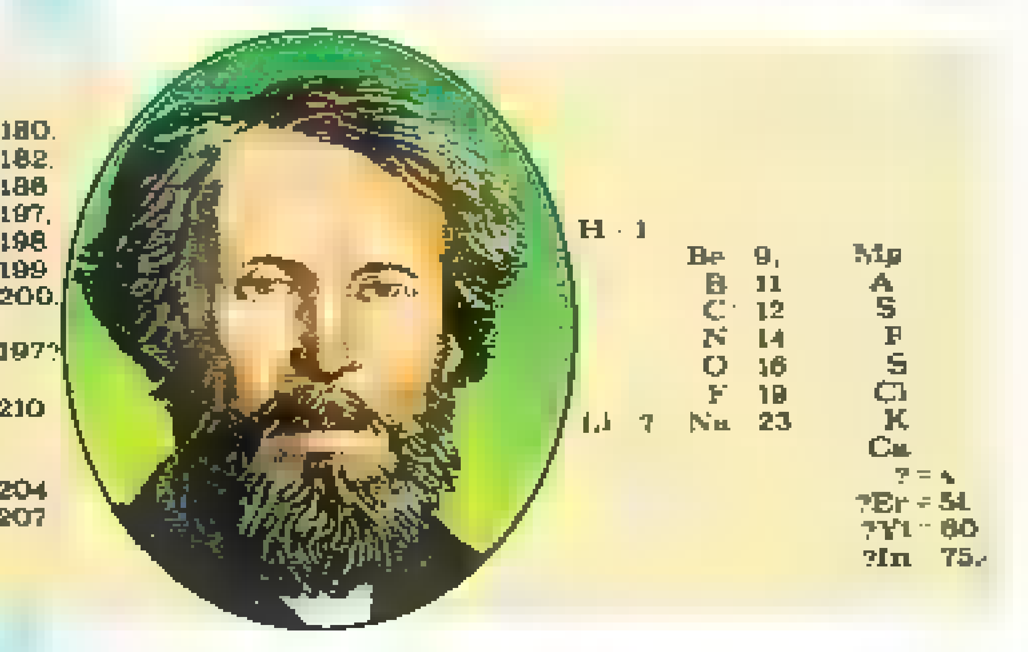
جون دالتون (1844-1766)

بعض الأدوات التي استعملها دالتون.

العلاقة بين العناصر

ولد ديمتري مندلييف وترعرع في سيبيريا بروسيا، وهو الابن الأصغر لعائلة مؤلفة من 14 طفلاً. كان تلميذاً لامعاً في العلوم في جامعة سان بطرسبرغ حيث علَّم فيها لاحقاً مادة الكيمياء. درس مندلييف العلاقة القائمة بين العناصر الكيميائية المختلفة. وفي ذلك الوقت، كان قلة من العلماء قد لاحظوا أن التشابه بين بعض العناصر يعود إلى التقارب في أوزانها الذرية. والوزن الذري لعنصر ما هو وزن ذرة واحدة من ذراته مقارنة مع وزن الهيدروجين.

في عام 1869 نشر مندلييف



ديمتري مندلييف (1834-1907) وقسم من جدوله الدوري.

جدوله الدوري للعناصر، وفيه جمع العناصر ضمن «فصائل» وفق أوزانها الذرية حيث وضع أقلها وزناً (الهيدروجين) إلى اليسار، وأثقلها وزناً (الرصاص) إلى اليمين. وقد أظهر الجدول علاقة العناصر بعضها ببعض. أشار مندلييف إلى بعض الثغرات في الجدول الدوري وقال إنها تمثّل العناصر التي لم تكتشف بعد. وقد كان محقاً في ذلك، فبعد أربع سنوات تمّ اكتشاف أوّل هذه العناصر وهو الغاليوم. وقد تم إدراج ما يزيد على المئة عنصر حتى الآن.

دراسة الكهرباء

تلعب الكهرباء دوراً مهمّاً جداً في حياتنا اليومية. وهي نوعان: الكهرباء الساكنة (غير السارية) والكهرباء المتحركة (سارية). وقد عرف الناس تأثيرات الكهرباء منذ أقدم العصور، لكن الشيء الوحيد الذي استطاعوا إدراكه حتى نهاية القرن الثامن عشر كان الكهرباء الساكنة. وقد أصبحت لدراسة الكهرباء شعبية كبيرة وبدأ الناس خلال القرن التاسع عشر يتعلمون المزيد عنها وعن استخداماتها.

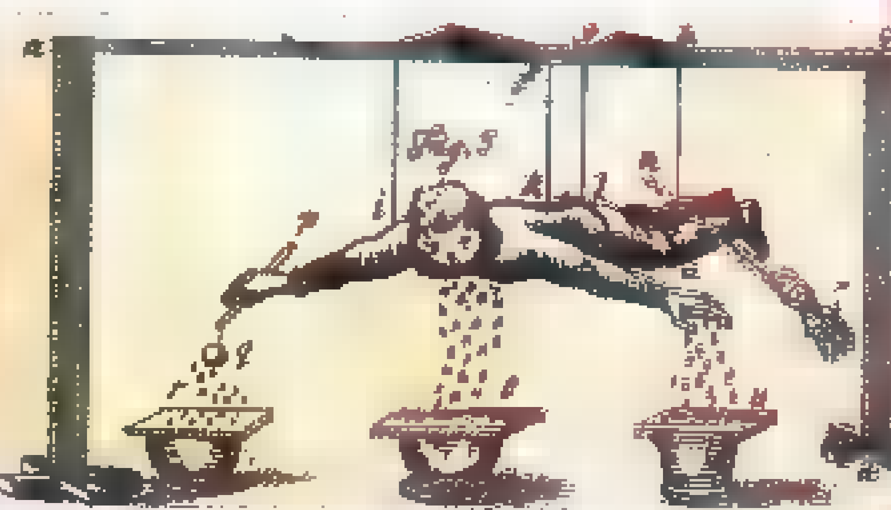
التجارب الأولى

في عام 1705 اكتشف عالم انكليزي يدعى فرانسيس هوكسبي (حوالي1666-1713) أنه عندما يفرك كرة زجاجية مفرغة من الهواء فإنها تتوهّج بالضوء. وأما الضوء فسببه الكهرباء.

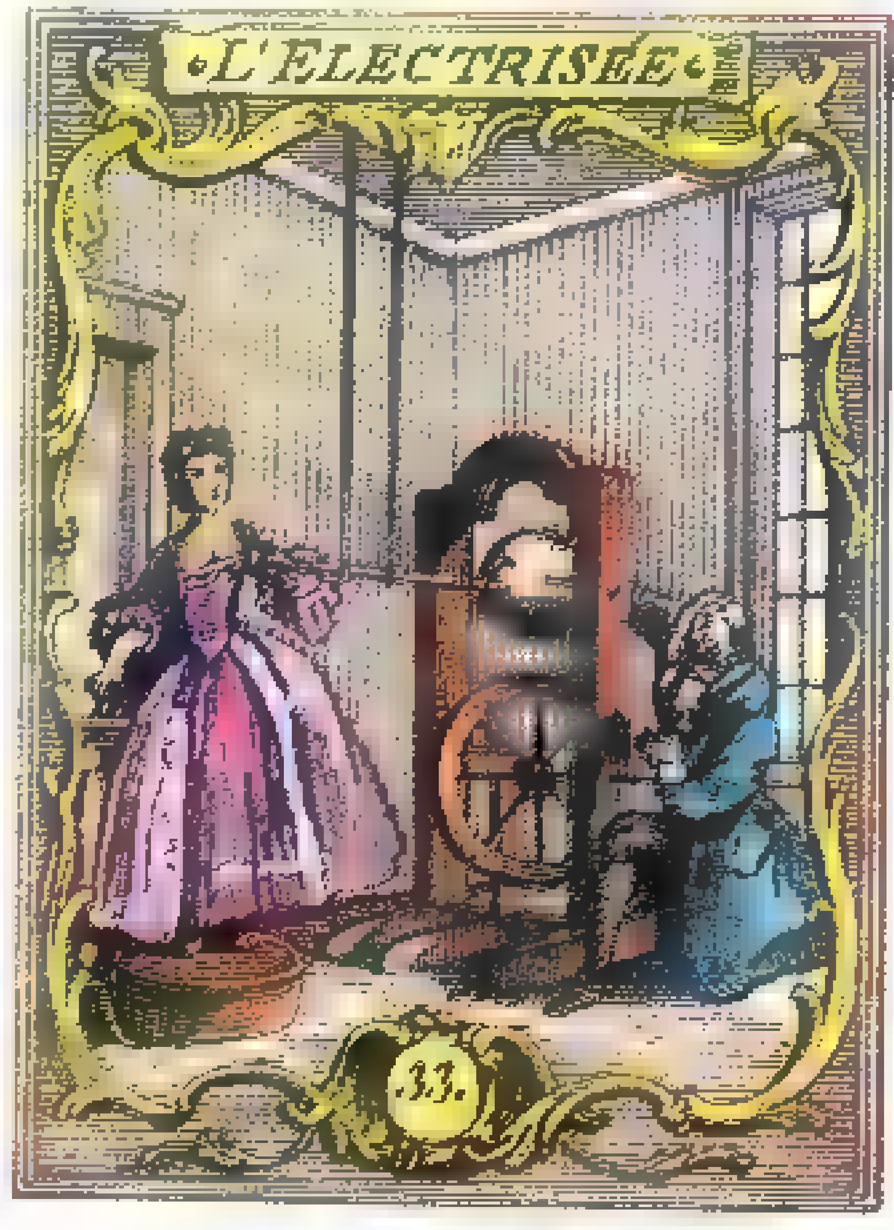
محرك هوكسبي لتوليد الكهرباء الساكنة.

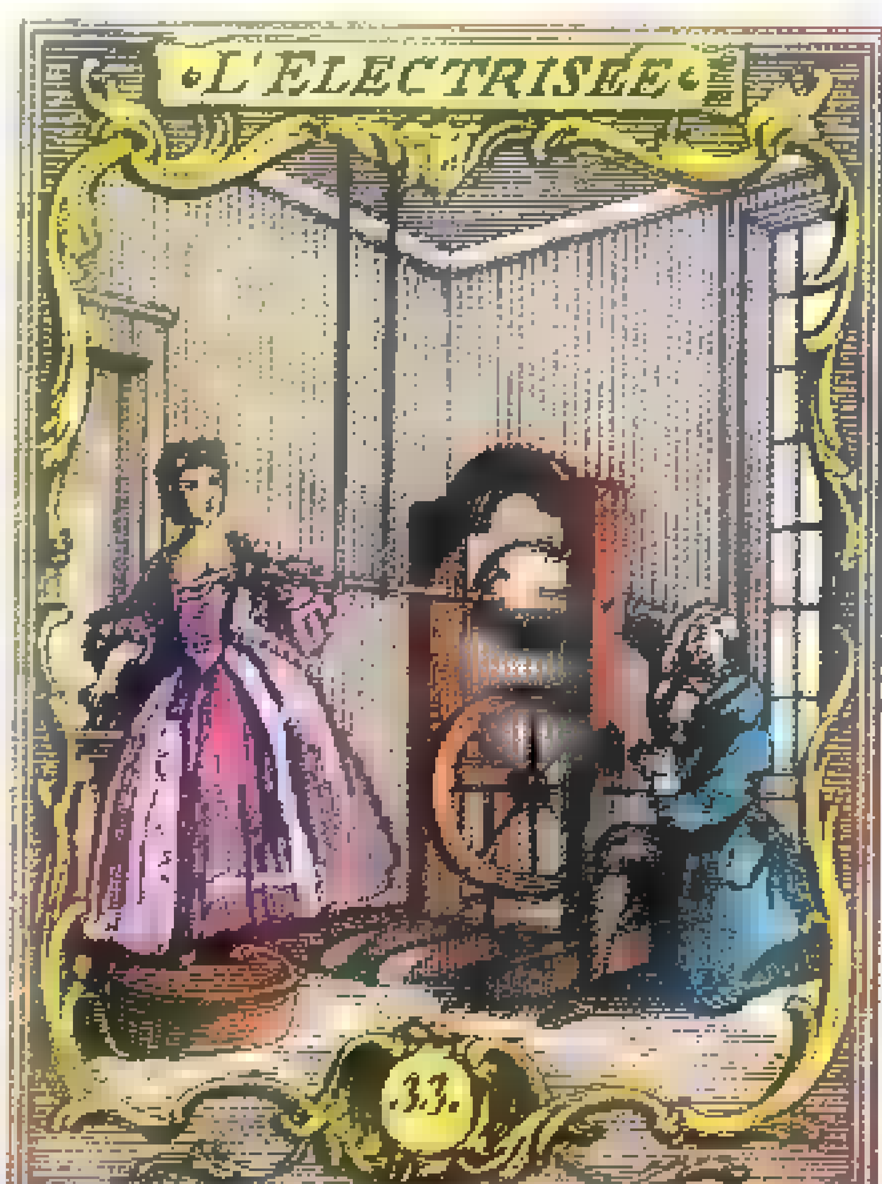
في حين لعبت الكرة دور مولّد كهربائي.

وقام رجل آخر هو ستيفن غراي (1666-1736) بتجارب أظهرت أنّ الكهرباء يمكن أن تنتقل عبر عدد من المواد المختلفة بما فيها جسم الإنسان. فجعل الكهرباء تسري عبر سلك مربوط بكبلين معلقين على ساريتين في بستانه.



عرض قديم للكهرباء الساكنة.





تبيّن الصورة ورقة لعب فرنسية تعود إلى حوالي سنة 1750 وعليها عرض للكهرباء الساكنة.

تخزين الكهرباء الساكنة

في العام 1745 ابتكر كاهن ألماني يدعى أوالد ڤون كلايست (حوالي 1700-1748) جهازاً يستطيع تجميع الكهرباء الساكنة وتخزينها. وقد عرف الجهاز بـ «جرّة لايدن» بعدما تمّ استعماله وتحسينه في جامعة لايدن. وكان هذا تطوراً بارزاً في معرفة الناس للكهرباء. وجرة لايدن هي عبارة عن جرة زجاجية تُمسك بيد واحدة يكون سطحها الزجاجي الداخلي مشحوناً (مكهرباً) بالكهرباء الساكنة بواسطة سلك من النحاس الأصفر متصل بمولّد شديد الشبه بمولّد هوكسبي، ويكون هذا السلك مغطّساً بماء داخل الجرة. بعد أن يتمّ الشحن، تخزّن الجرّة الكهرباء ويمكن ان تسبّبَ صدمة إذا ما لمس أحد السلك.

يظهر هذا الرسم جرة لايدن يشحنها مولد بالكهرباء الساكنة.

الاستفادة من الكهرباء

كان بنجامين فرانكلين من أوائل الذين درسوا الكهرباء دراسة مفصّلة. ولد في الولايات المتحدة الاميركية لأب صانع شمع من بوسطن لديه سبعة عشرة ولداً. خلال حياته الطويلة، مارس فرانكلين عدة مهن ناجحة: عامل مطبعة وناشر وسياسي. وفي الأربعين من عمره اهتمّ بدراسة الكهرباء التي كانت تُستعمل في ذاك الوقت وسيلة للتسلية. في عام 1752 برهن فرانكلين أن البرق هو شكل من أشكال الكهرباء. إذ طيّر طائرة ورقية، موصولة بمفتاح حديدي، داخل سحابة عاصفة ولمّا ضرب البرق المفتاح، انطلقت منه شرارات ضوئية.

بنجامين فرانكلين (1706-1790)

كانت تلك التجربة خطيرة للغاية وقد لقي عالم آخر مصرعه وهو يقوم بها. ولكن من خلالها استطاع فرانكلين إثبات أنّ غيوم العاصفة تكون مشحونة بالكهرباء الساكنة. كما بيّنت التجربة أيضاً أن البرق سببه تفريغ الكهرباء على شكل شرارة ذات طاقة كبيرة. وفي السنة نفسها قام فرانكلين بتركيب أول موصل للبرق على الحائط الخارجي لمنزل، مما ساعد على جذب البرق، وحوّله بأمان إلى الأرض وحال دون تعرّض المبنى لأضرار.

سيدة من القرن الثامن عشر ترتدي قبعة مانعة للصواعق.



كهرباء الحيوانات

أدرك لويجي غالفاني (1737-1798)، وهو أستاذ تشريح في جامعة بولونيا، أنّ سمكة الرعاد الكهربائي تصدر صدمة شبيهة بصدمة جرّة لايدن، وهذا ما دفعه إلى البحث عن وجود الكهرباء في جميع الكائنات الحيّة. وفي العام 1780 لاحظ أثناء تشريحه لضفدع ميّت أنّ رجليه تنتفضان عندما يلمس بمبضعه أحد الأعصاب كما لاحظ أيضاً أن عضلات الساق تنتفض عندما تلامس معدنين مختلفين، هما في هذه الحالة النحاس والحديد. استنتج غالفاني خطأً أنّ رجلي الضفدع تولّدان الكهرباء وأن الكهرباء موجودة في عضلات الحيوانات وأعصابها.

تجربة غالفاني على رجلي الضفدع.

كهرباء من المعادن

أثبت اليساندرو ڤولتا (1745-1827) أنه ليس لرجلي الضفدع شكلاً كهربائياً خاصاً وأنّ نتائج غالفاني نجمت في الواقع عن تلامس معدنين مختلفين في جو رطب. في العام 1799 نجح ڤولتا في صنع أوّل بطارية كهربائية معتمداً على هذا المبدأ. وقد اشتهرت «بالبطارية القلطية» وهي مصنوعة من أقراص من الفضة والزنك يفصل بينها كرتون رطب، تولّد تياراً كهربائياً ثابتاً. وقد سمّيت وحدة قياس الكهرباء بالڤلط تيمناً به.

أوّل بطارية معروفة بالبطارية القلطية.

علم مُيَسّر

ولد مايكل فاراداي قرب لندن لأبٍ حدّاد. عمل في البداية في مكتبة، لكنّ في عام 1813 بدأ العمل كمساعد في مختبر المعهد الملكي في لندن . في العام 1833 عُيّن أستاذاً للكيمياء في المعهد. ويعتبر اليوم غالبية الناس فاراداي أحد أعظم علماء الفيزياء الاختباريين إذ كان أوّل من حاول جعل العلم مُيَسّراً لدى عامة الناس. في العام 1826 ألقى على الأولاد أولى المحاضرات حول العلم في المعهد الملكي ولا تزال هذه المحاضرات تُعطى كلّ عام.

مايكل فاراداي (1791-1867)

عندما يُدْخل مغنطيساً ويُخرجه في مجموعة أسلاك ملفوفة يتم شحن الأسلاك بالكهرباء، ممّا يدل على أن المغنطيس وحده يستطيع توليد تيار كهربائي. وهذا قاده إلى ابتكار أوّل دينامو (آلة تستخدم الطاقة الميكانيكية لتوليد طاقة كهربائية).

كان لهذه الاكتشافات نتائج عملية على جميع الصُعد وعلى المدى البعيد . إذ أدّت أعمال فاراداي إلى اختراع المحرك الكهربائي وإلى تطوير أنظمة واسعة النطاق لتوليد الكهرباء. وكل هذا أدى في النهاية إلى تأمين الكهرباء للعموم .

الكهرباء والمغنطيسية

أصبح فاراداي كثير الاهتمام بدراسة العلاقة بين الكهرباء والمغنطيسية. ويذكر هنا أن الناس سمعوا عن المغنطيسية منذ آلاف السنين، ورأى الكثيرون أنّ الكهرباء والمغنطيسية مرتبطتان بشكل ما. وفي العام 1820 لاحظ العالم الدانماركي هانس أورستد (1777-1851) إنّ سلكاً يسري فيه تيار كهربائي يتصرّف كمغنطيس،فيجذب إليه إبرة بوصلة موجودة بالقرب منه.

بعد أن تعمق في البحث، وجد فاراداي أنه عندما يشحن سلكاً ملفوفاً بالكهرباء يسري التيار الكهربائي أيضاً في سلك ملفوف آخر مستقل عن الأوّل لكنه قريب منه. فاستنتج أنّ التيار الثاني ولّده بالضرورة التأثير المغنطيسي للسلك الأول.

استنتج فاراداي أنه إذا ولّدت الكهرباء السارية في سلك ما تأثيراً مغنطيسياً فالعكس قد يكون صحيحاً أيضاً ، أي أنّ تأثيراً مغنطيسياً يولّد بالضرورة تياراً كهربائياً. ووجد أنه



وَلّد فاراداي تياراً كهربائياً بواسطة تدوير قرص قرب مغنطيس مستعملاً هذا الجهاز المعروف بالمولّد القرصي.

مكافحة الأمراض

خلال عصر النهضة، حدث في أوروبا تطوّر هام في فهم الجسم البشري (انظر ص 16). ولكن الأطباء ظلوا رغم ذلك عاجزين عن معالجة عدد من الأمراض مثل الجدري والطاعون التي كانت تقتل ملايين الناس في العالم. أما سبب العديد من هذه الأمراض فكانت الفيروسات (جسيمات مجهرية تعيش عالة على خلايا الجسم). ومن المشكلات الأخرى أن كثيراً من الناس كانوا يموتون من الأخماج التي يصابون بها خلال العمليات الجراحية بالرغم من تقدم التقنيات الجراحية. ومنذ أواسط القرن الثامن عشر بدأ العلماء يكتشفون السبل للتغلب على أشكال المرض هذه.

هذا النقش العائد إلى عام 1656 يظهر طبيباً إيطالياً يرتدي ثياباً خاصة تحميه من الطاعون.

التلقيح الأوّل

ولد إدوارد جينر في غلاوسسترشاير بإنكلترا. بدأ العمل وهو ما يزال في الثالثة عشرة من عمره كمساعد لأحد الأطباء، ثمّ التحق كطبيب متمرن في مستشفى سان جورج في لندن. بعد سنتين عاد جينر إلى مسقط رأسه وأسّس عيادة طبية. في ذلك الوقت كان الجدري يشكل أحد أخطر الأمراض الفيروسية. وكان جينر قد سمع أنَّ من يصاب بمرض جدري البقر غير الفتاك لا يصاب بمرض الجدري، أي أن جدري البقر يعطي مناعة (حماية) ضد الجدري. في العام 1796 خدش جينر جلد فتىً معافى وأدخل فيه بعض فيروسات جدري البقر. وبعد شهرين خدش جلده بفيروسات الجدري. نجحت التجربة نجاحاً تاماً إذ لم يتفاعل مرض الجدري في جسم الصبي الذي أصبح منيعاً ضده. أطلق جينر على هذه العملية اسم «التلقيح» vaccination وهي كلمة مشتقة من *vacca* اللاتينية وتعني بقرة. ويعتبر عمله هذا أحد أهم التطورات في علم الطب دون منازع. إذ بحلول عام 1980 لم تُسجل أية إصابة بالجدري.

إدوارد جينر (1749-1823)

نشوء علم الجراثيم

ولد لويس باستور قرب مدينة ديجون في شرق فرنسا. في العام 1843 قصد باريس وفي العام 1854 تم تعيينه لدراسة الكيمياء، أستاذاً في الكيمياء في جامعة لِيل. وهناك طُلب منه إيجاد السبب لتحمّض الأشربة الكحولية كالنبيذ والجعة أحياناً. فاكتشف أن السبب يعود إلى عضويات دقيقة تدعى جراثيم (بكتيريا). وأن تسخين السائل حتى درجة معينة يقتل هذه الجراثيم دون أن يغيّر السائل. تعرف هذه العملية بـ «البسترة» وتستعمل لتعقيم الحليب. بيّن باستور أيضاً أنَّ الجراثيم التي تسبّب تحمّض السوائل وفساد اللحم موجودة بشكل غير مرئي حولنا. أمّا أشهر إنجازات باستور فكان حول داء الكَلَب، وهو من أفتك الأمراض التي تصيب الإنسان، إذ يسبب له الشلل ويقضي في النهاية عليه. في العام 1885 حقن محلولاً مخفّفاً من جراثيم الكَلَب في جسم ولد عضّه كلبٌ مسعور (مصاب بداء الكَلَب) فأصيب بالكَلَب. وبعد سلسلة من هذه الحقن تعافى الولد تماماً. وعادة تنشط جراثيم الكَلَب بعد أسابيع قليلة من العضة، إلا أن هذا لم يحدث. فالحقن المحضّرة من جراثيم ضعيفة خفّفت من حدّة هجوم جراثيم الكَلَب، بواسطة تنشيط مقاومة الجسم وخلق مناعة لديه ضد جراثيم الكَلَب. وهذا هو مبدأ جميع أنواع اللقاحات.

لويس باستور (1822-1895).

تمثال لجوزيف مايستر، الولد الذي لقّحه باستور ضد الكَلَب.

دورق زجاجي ومجهر استعملهما باستور.

رسم كاريكاتوري يعود إلى القرن 19 يظهر مرضى جينر يتحولون إلى بقر.

استعمل جينر هذين السهمين لإدخال اللقاح في الجلد.

يعتبر روبرت كوخ (1843-1910) مع باستور مؤسس علم الجراثيم. هنا كوخ يلقح مريضاً ضد داء السلّ.

عمليات التطهير

ولد جوزيف ليستر في أسكس بإنكلترا لأب يعمل في تجارة النبيذ ويهوى العلم. في العام 1848 التحق بكلية لندن الجامعية لدراسة الطب وتخرج منها عام 1852. ونظراً لتفوقه في الدراسة عُيّن زميلاً في الكلية الملكية للجرّاحين في السنة نفسها . في العام 1853 انتقل إلى إدنبرة ليشغل منصب مساعد لجايمس سيمي، وهو جراح مشهور. في العام 1861 عُين ليستر جرّاحاً في مستوصف غلاسكو الملكي.

جوزيف ليستر (1912-1827)

في تلك الأيام كان الكثير من المرضى يموتون بعد العمليات الجراحية، حيث الجروح نادراً ما تبرأ نظيفة وتصاب بالإنتانات (التهابات حادة). وغالباً ما يؤدي ذلك إلى تسمم الدم وإلى أمراض مهلكة. في العام 1865 نشر باستور نظرية المرض الجرثومي القائلة إن الجراثيم يمكن أن تسبّب المرض وإنّ التخمر والتعفن سببهما جراثيم تعيش في الهواء. وعندما قرأ ليستر هذه النظرية اعتبر أنّ تعفن اللحم وإنتان الجروح قد يكون مسببهما الشيء نفسه. بعد قليل من نشر بحث باستور قام ليستر بأول عملية اهتم فيها بتنظيف كل شيء يلامس جرح المريض بحمض الكربوليك. وتعرف هذه الطريقة بالتطهير، وهي تقتل الجراثيم الموجودة سلفاً. نتيجة لهذه الاحتياطات أصبحت الجروح تبرأ جيداً وانخفض معدل الالتهاب انخفاضاً كبيراً. حاز ليستر على الكثير من الجوائز على عمله هذا. ويعتبر إدخاله لمبدأ التطهير في المستشفيات أحد أهمّ الخطوات في تقدّم الطب في القرن التاسع عشر، فقد حوّل العملية الجراحية من عملية بالغة الخطر على الحياة إلى عملية تنقذ الحياة.

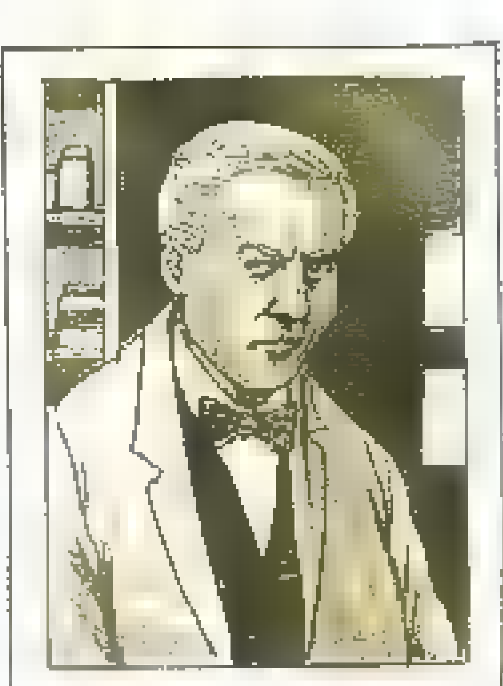
تعقم هذه الأجهزة الأدوات بتسخينها على البخار.

تستخدم بعض أجهزة التعقيم الحديثة الضوء فوق البنفسجي والموجات فوق الصوتية لقتل الجراثيم.

مرذاذ ليستر المحتوي على مطهّر الكربوليك.

المضادات الحيوية

ولد الكسندر فليمنغ في ايرشاير باسكتلندا. بدأ في العام 1901 دراسة الطب في مستشفى سان ماري في لندن. لاحقاً في العام 1928 وبينما كان يدرس الجراثيم المسؤولة عن تسمّم الدم لاحظ أن طبقاً من الجراثيم نما فيه فطرٌ يدعى *Penicillium notatum* ، وأن الجراثيم الموجودة في منطقة نمو الفطر قد ماتت كلها. أمّا المادة الكيميائية التي تسببت في ذلك فهي تعرف اليوم بـ «البنسلين».



الكسندر فليمنغ (1955-1881).

بعد عدة أعوام صنع العالمان هوارد فلوري (1968-1998) وارنست شاين (1979-1906) أوّل كميات ضخمة من البنسلين النقي. وشكل هذا الدواء أوّل دواء من مجموعة أدوية تسمّى «مضادات حيوية» تهاجم البكتيريا وتقتلها. ونتيجة لتطور مثل هذه المضادات في القرن العشرين، لم تعد الأمراض الجرثومية تشكل سبباً رئيسياً للموت.

طبق بنسيليوم نوتاتوم الذي يصنع منه البنسلين.

مزيد من العقبات

على الرغم من استئصال داء الجدري وغيره من الأمراض، لا يزال الإنسان معرضاً لأمراض فتاكة أخرى. وما زال العلماء يبحثون عن علاج للأمراض الفيروسية وغيرها. أمّا أهم مرضين يواجهان الأطباء اليوم فهما السرطان وفيروس الإيدز.





يظهر هذا الرسم ليستر وهو يدير عملية جراحية مطهرة.

الموجات والاشعاع

اهتم الناس دائماً بالطبيعة وبالعالم المتعلق بهم. ومنذ القدم طرحوا أسئلة مثل: لماذا تسخن الأشياء وكيف يعمل الضوء وتنشأ الأصوات. وقد وجد العلماء في العالم القديم أجوبة عن بعض هذه الأسئلة، وفي القرن التاسع عشر بدأ العلماء يدرسون مسائل كهذه دراسة أكثر تفصيلاً فوصفوا الضوء والكهرباء والمغنطيسية على أنها نتاج أنواع مختلفة من الطاقة.

تطوير أعمال فاراداي

ولد جايمس ماكسويل وترعرع قرب أدنبرة في اسكتلندا. كان رياضياً وفيزيائياً قام بأعمال كثيرة كان أهمها تلك المتعلقة بالكهرباء وبالمغنطيسية. في العام 1820 كان هانس أورستد (أنظر ص 33) قد أثبت أن للتيار الكهربائي مفعولاً مغنطيسياً على إبرة البوصلة. وهو ما يعرف اليوم بالتأثير «الكهرمغنطيسي». وفي وقت لاحق، قال مايكل فاراداي (أنظر ص 33) إن القوى الكهربائية والمغنطيسية تنتشر في «حقول» انطلاقاً من منابعها.

خطوط القوة في حقل مغنطيسي.

في العام 1855 طوّر ماكسويل أفكار فاراداي ليعطي تفسيراً رياضياً لانتقال القوى الكهرمغنطيسية. وتوصل إلى معادلات رياضية تظهر أن الحقل المغنطيسي الذي يولده تيار كهربائي ينتشر من مصدره إلى الخارج بسرعة ثابتة. وحَسَب السرعة فوجدها تماثل سرعة الضوء تقريباً. فاقترح أنَّ الضوء لا بد أن يكون إذاً شكلاً من أشكال الموجة الكهرمغنطيسية، وأن الضوء الذي نستطيع رؤيته قد يكون واحداً من عدة أنواع من الإشعاع الكهرمغنطيسي (الإشعاع هو انبعاث أشعة من مصدر).

جايمس ماكسويل (1879-1831)

موجات الراديو

ولد هاينريش هرتز في هامبورغ بالمانيا. تدرّب أساساً كمهندس لكنه تحوّل إلى دراسة الفيزياء. أظهرت تجاربه أنَّ الموجات الكهرمغنطيسية المنبعثة من شرارة كهربائية موجودة في أحد جوانب مختبره يمكن أن تكتشفها حلقة أسلاك موجودة في الجانب الآخر، وقد أثبت هذا وجود موجات الراديو، وهي شكل آخر من أشكال الإشعاع الكهرمغنطيسي.

هاينريتش هرتز (1894-1857)

وقد تمّ لاحقاً إثبات أن الموجات اللاسلكية (الراديوية)، كالضوء، يمكن تركيزها بؤريا وعكسها. وبذلك برهنت أعمال هرتز نظرية ماكسويل السابقة بأن الموجات الكهرمغنطيسية تعمل عمل موجات الضوء.

مزيد من الموجات الكهرمغنطيسية

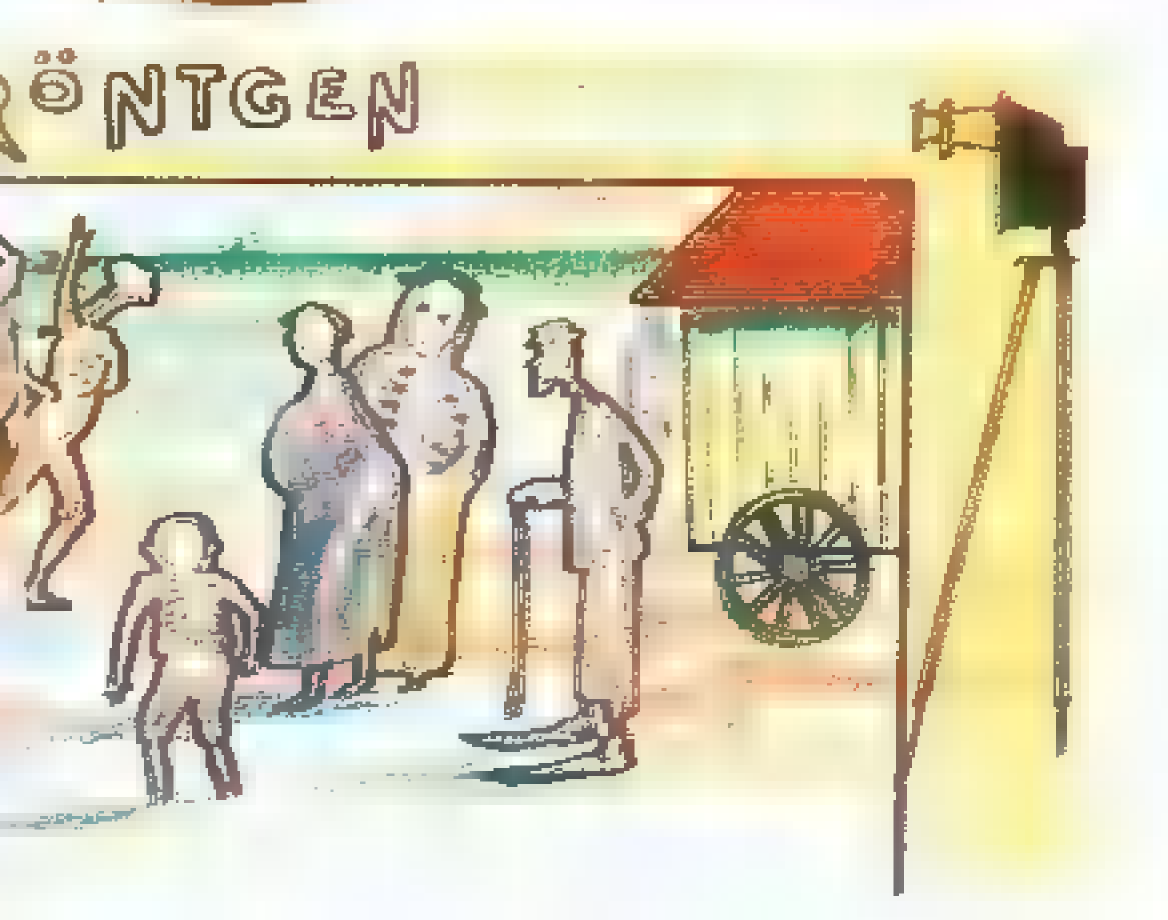
ولد ويلهلم رونتجن في قرية صغيرة بالمانيا ودرس في كلية البوليتكنيك في زوريخ. أصبح أستاذاً في الفيزياء في جامعة ويرزبرغ حيث قام بتجارب على الغازات وتوسّع في عمل ماكسويل حول الكهرمغنطيسية.

في العام 1895، كان رونتجن يقوم ببحث في الأشعة المهبطية، وهي أشعة تنتج عن مرور تيار كهربائي في أنبوب زجاجي مفرّغ إلى درجة كبيرة. وكان الأنبوب يتوهج كلما اصطدمت الأشعة بالزجاج. ولكي يستطيع دراسة هذا الاختبار عن كثب، أحاط رونتجن الأنبوب بورقة سوداء. وكم كانت دهشته كبيرة حين رأى قطعة من الكرتون موجودة في الطرف الآخر من الغرفة قد بدأت تتوهج. فقد كانت هذه القطعة مكسوة بمادة مفلورة تتوهج عند تعرضها للضوء.

ويلهلم رونتجن (1923-1845)

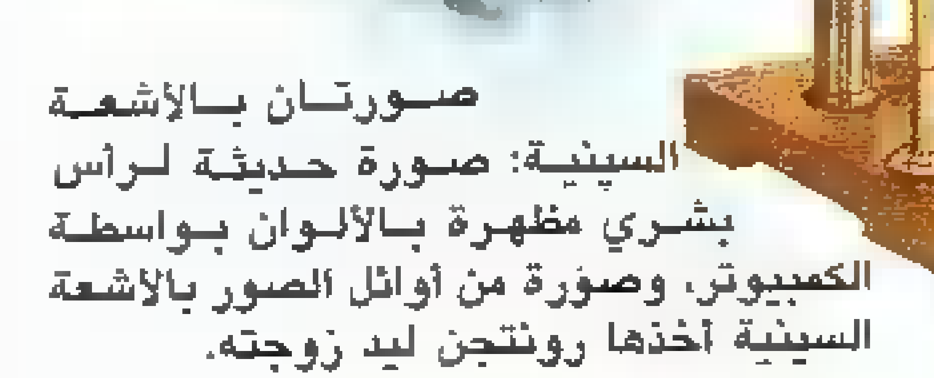
وجد رونتجن أنَّ الكرتون بقي يتوهج حتى عندما نقله إلى غرفة أخرى. وهذا يعني أنَّ الأنبوب أصدر شكلاً آخراً من الإشعاع باستطاعته خرق كل أنواع المواد. سمّى رونتجن الأشعة الجديدة أشعة X- (السينية) لأنها مجهولة المنشأ. في وقت لاحق وجد رونتجن أنه إذا وجّه هذه الأشعة إلى يد إنسان، فإنه يستطيع الحصول على صور تظهر عظام اليد. وهذا يعني أن الأشعة السينية اخترقت اللحم وتوقفت عند العظام، مما سمح بتشكل صورة فوتوغرافية. أحدث هذا الاكتشاف ثورة في الأوساط الطبية خصوصاً

انبوب بدائي للأشعة المهبطية



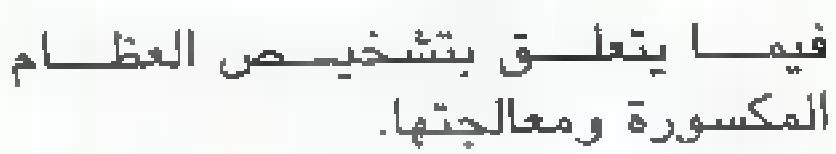
رسم كاريكاتوري من القرن التاسع عشر لمفعول الأشعة السينية.





آلة بدائية لاصدار الأشعة السينية.

صورتان بالأشعة السينية: صورة حديثة لرأس بشري مظهرة بالألوان بواسطة الكمبيوتر، وصورة من أوائل الصور بالأشعة السينية أخذها رونتجن ليد زوجته.

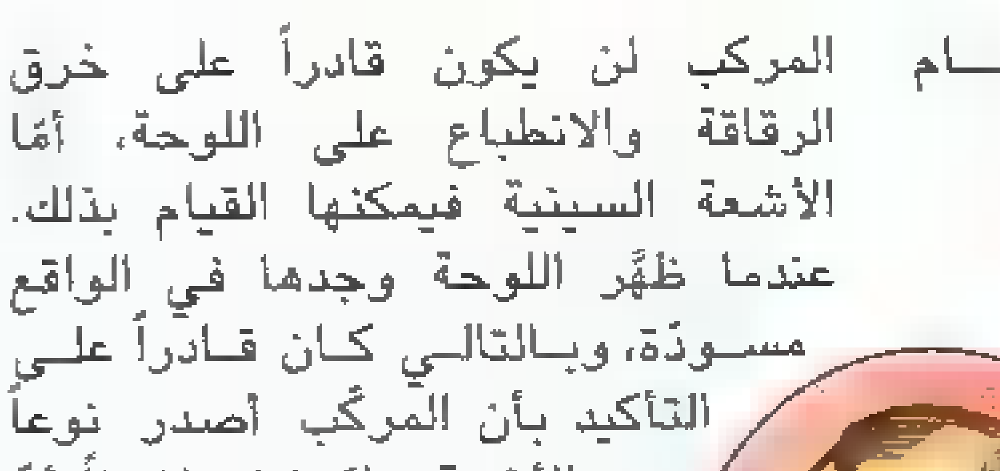


فيما يتعلق بتشخيص العظام المكسورة ومعالجتها.

بداية العصر الذري

ولد انطوان بكريل في وسط عائلة من العلماء وترعرع في باريس. كان فيزيائياً متخصصاً في دراسة التفلور. وعندما سمع عن اكتشاف رونتجن، فكّر أن يصمم تجربة يكتشف من خلالها إذا ما كانت المواد الكيميائية الفلورية، التي تصدر أشعة الضوء العادية، يمكنها إصدار أشعة سينية.

في ذاك الوقت، كان بكريل يدرس مركّباً فلورياً يحتوي على عنصر يدعى اليورانيوم، فلفّ بعضاً منه بورقة معدنية ثم وضع الرزمة على لوحة فوتوغرافية. فقد رأى أن أيّ ضوء عادي ينبعث من المادة الفلورية في المركب لن يكون قادراً على خرق الرقاقة والانطباع على اللوحة، أمّا الأشعة السينية فيمكنها القيام بذلك. عندما ظهّر اللوحة وجدها في الواقع مسودّة، وبالتالي كان قادراً على التأكيد بأن المركّب أصدر نوعاً من الأشعة. واكتشف لاحقاً أنّ هذا حصل فقط مع مركبات اليورانيوم وليس مع أنواع أخرى من المواد الفلورية الكيميائية.



انطوان بكريل (1852-1908).

أدرك بكريل أن مادة اليورانيوم أصدرت شكلاً إشعاعياً في غاية القوّة. في البداية ظن أنه وجد شكلاً جديداً من الإشعاع الكهرمغنطيسي لكن التجارب اللاحقة أظهرت أن ثمة نوعين مختلفين من الإشعاع، يعرفان اليوم بإشعاعات ألفا وبيتا. وهما يتألفان من جسيمات مشحونة بالكهرباء. وتمّ لاحقاً اكتشاف نوع ثالث هو أشعة غاما التي ثبتت أنها نوع من الإشعاع الكهرمغنطيسي. لقد أوضحت هذه الاكتشافات أنّ ذرّات المواد الإشعاعية هي نفسها مصادر الطاقة، مما قاد العلماء إلى الاستنتاج بأن الذرات لها بنية داخلية قادرة على توليد هذه الطاقة. شكل ذلك خطوة مهمة للغاية لأنه حدّد بداية فهم حديث للذرة.

إثبات النشاط الإشعاعي

ولدت ماريا سكلودوفسكا (لاحقاً ماري كوري) في وارسو، بولندا. انتقلت إلى باريس لدراسة الكيمياء في جامعة السوربون. وفي العام 1894 تزوجت من كيميائي آخر هو بيار كوري (1859-1906).

خلال بحثهما الخاص في الإشعاع، اكتشف الزوجان كوري أنّ البتشبلند، وهو معدن يحتوي على اليورانيوم، يملك نشاطاً إشعاعياً أكبر بأربع مرات من ذلك الذي لليورانيوم النقيّ. فظنّا بالتالي أنه يحتوي على عنصر إشعاعي آخر مجهول. أمضى الزوجان عدة سنوات في تنقية كميات كبيرة من البتشبلند الذي أصبح مشعاً أكثر فأكثر. وبحلول العام 1902، كانا قد جمعا 0.1 غرام من العنصر المجهول الذي سمياه «راديوم». وفي عام 1903 نال الزوجان كوري جائزة نوبل في الفيزياء. وبعد ثلاث سنوات لقي بيار مصرعه في حادث سيارة فحلّت ماري مكانه كاستاذة في باريس، وبذلك كانت أول امرأة تتولى منصباً كهذا. في العام 1911 نالت جائزة نوبل في الكيمياء فكانت أيضاً أول شخص ينال جائزة نوبل مرتين.

رسم كاريكاتوري للزوجين كوري.

ورغم أن الراديوم، المستعمل بكميات صغيرة، أصبح ذا أهمية كبرى في علاج السرطان. إلا أن تعرّض ماري كوري له لسنوات، سبّب لها الأذى وماتت بعد إصابتها بسرطان الدم المعروف باللوكيميا.

ميدالية ماري كوري (1867-1934) صدرت في الذكرى المئوية لولادتها.



رغم أن نظرية التطور لداروين أصبحت مقبولة لدى العديد من العلماء مع نهاية القرن التاسع عشر، بقي قلة منهم يعارضونها لأنّها لم تفسّر كيف بدأت التغيرات في النباتات والحيوانات، أو كيف انتقلت الخصائص من جيل إلى آخر. دفعت هذه الأسئلة بعض الناس للتحقق منها ودراستها وقادهم ذلك إلى تأسيس علم الوراثة (كيفية توارث الصفات في الحيوانات والنباتات).

ولادة علم الوراثة

نشأ غريغور مندل في مدينة هايزندورف في النمسا. في العام 1847 أصبح كاهناً في دير برنو وبعد أحد عشر عاماً تمّ انتخابه رئيساً للدير.

اهتم مندل في معرفة انتقال خصائص معينة للنباتات، كالطول والشكل، إلى ذريتها. زرع نبات البازلاّ (البسلّى) لمعرفة كيف يتم ذلك فلاحظ أن هنالك خصائص معيّنة كشكل الزهور انتقلت إلى الجيل التالي. واكتشف أيضاً أنّ بعض السمات لها فرصة أكبر في أن تورّث من غيرها. فسمّى السمات التي حظيت بفرصة 3/4 للانتقال إلى الجيل الثاني بالسمات «السائدة». وتلك التي حظيت بفرصة توريث تعادل 1/4 بالسمات «المتنحّية».

اعتبر مندل أنّ كلّ ميزة يتحكم بها زوج من الوحدات (تُسمّى اليوم مورِّثات)، كلّ واحدة منها من أحد الأبوين. وهذا ما يعرف بقانون مندل الأول. لقد أظهرت اكتشافات مندل ونظرياته سرّ الوراثة وشكّلت أُسس الدراسات الحديثة في علم الوراثة. ورغم أن مندل نشر أعماله في العام 1866، فإن دلالتها الحقيقية ظلت غير معترف بها طوال أربعين عاماً.

أجرى مندل معظم تجاربه على نباتات البسلّى.

غريغور مندل (1822-1884).

تجارب على ذباب الفاكهة

ولد طوماس مورغان (1866-1945) في كنتاكي بالولايات المتحدة. أسّس دائرة البيولوجيا في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا عام 1928 وتولى إدارته حتى آخر أيّامه. في البدء كان مورغان من أشدّ الناس انتقاداً لنظرية مندل في علم الوراثة، لكنه أصبح لاحقاً من أقوى مؤيديها. أراد مورغان معرفة ما إذا كانت التغيرات التي لاحظها مندل على النباتات تنطبق أيضاً على الحيوانات. لذلك بدأ في العام 1908 بدرس ذباب الفاكهة، فاكتسب عمله أهمية كبرى في تأكيد نظريات مندل. لاحظ مورغان أن لون عيني ذبابة الفاكهة حمراوان عادة، لكنه وجد ذكراً ذا عينين بيضاوين في إحدى جرار التربية. وعندما ربّى هذا الذكر أفراداً آخرين من نفس الجيل ظهر بعض الذباب أبيض العينين في الجيل التالي، وكانوا في غالبيتهم ذكوراً. ولكن عندما تزاوج أحد هذه الذكور بيض العينين مع أنثى من الجيل الأوّل، أتى نصف الذكور ونصف الإناث من نسلهما بيض العيون. لجأ مورغان إلى نظرية مندل لتفسير هذه النتيجة مبيّناً أنّ السمة السائدة للعيون البيض انتقلت بواسطة وحدات الذكر الأب.

ذباب الفاكهة (Drosophila melanogaster)

رسم خريطة الصبغيات

تتكوّن الكائنات الحيّة من خلايا، هي الوحدات الأساسية للحياة. في داخل كلّ خلية توجد كرة صغيرة جداً تدعى نواة، تحوي بدورها أشكالاً خيطية تدعى صبغيات أو كروموزمات.

اكتشف مورغان وفريق البحث التابع له أنّ الوحدات التي افترض مندل وجودها هي بالفعل وحدات حقيقية موجودة في الواقع في أماكن محدّدة على طول كلّ صبغي وأطلقوا على هذه الوحدات اسم « المورِّثات ». وبواسطة هذا الاكتشاف تمكنوا من وضع أوّل خريطة للصبغيات» أظهرت مواقع المورِّثات على الصبغي. وبحلول عام 1922 كانوا قد أتموا رسم خريطة تظهر مواقع أكثر من ألفي مورثة على صبغيات ذبابة الفاكهة، ممّا سمح لهم بتحديد المورثة المسؤولة عن اللون الأبيض للعيون لدى هذا النوع من الذباب. وبهذه الطريقة برهنوا صحة نظريات مندل ووفّروا الدليل لتفسيرها.

صبغيات بشرية مكبّرة.

علم الأحياء الجزيئي

تؤمن المورِّثات شيفرة كيميائية من التعليمات للتحكّم في طريقة ظهور النباتات والحيوانات وكيفية عمل أجسامها. يتمّ نقل نسخة من هذه التعليمات من الآباء إلى الأبناء. وتشكّل دراسة كيفية حدوث النقل جزءاً من مجال مهم في البحث العلمي معروف بعلم الأحياء الجزيئي، وهو علم يهتم

مقطع عرضي لخلية حيوانية مكبّرة عدة مرات.

غشاء خلوي (جلد خارجي)

النواة.

ببنية الجزيئات التي تشكّل الكائنات الحية من حيوانات ونباتات.

في بدايات القرن العشرين توصل العلماء إلى أن الخلايا النباتية والحيوانية تحتوي على مادة كيميائية تدعى الحمض الريبي النووي منقوص الأكسجين (الدنا DNA). ومع حلول العام 1950 أيقن العلماء أنّ جزيئات هذا الحمض تعمل عمل شيفرة كيميائية تحمل التعليمات المسؤولة عن الوراثة، لكنهم لم يدركوا شكل هذه الجزيئات ولا آلية عملها. وقد لجأ عدد من العلماء إلى مقاربات متنوّعة لإيجاد حلّ للمشكلة.

تصميم نموذج الدنا

نشأ فرانسيس كريك في لندن ودرس الفيزياء في جامعتها، وبعد ذلك علم الأحياء في جامعة كامبريدج. قام بأبحاث مهمة حول بنية حمض الدنا بمساعدة العالم الأميركي جايمس واطسون (المولود عام 1928). وقد استعان بنتائج أعمال علماء آخرين خصوصاً موريس ويلكينز

فرانسيس كريك (ولد عام 1916).

المولود عام 1916) وروزاليند فرانكلين، وكان ويلكينز وفرانكلين قد درسا حمض الدنا مستخدمين صوراً بالأشعة السينية. وكان لهذا العمل أهمية حاسمة في الاكتشاف اللاحق لبنية الدنا وكيفية انتقال المعلومات الوراثية من جيل إلى الجيل التالي.

في العام 1953، بنى كريك وواطسون نموذجاً مصغراً لجزيء الدنا من أسلاك وكرات مطاطية فجاء شكله على شكل لولب مزدوج يشبه سُلّماً حبلياً مفتولاً. وقد ظهرت فيه كيفية انقسام جزيء حمض

روزاليند فرانكلين (1920-1958)

رسم توضيحي من صنع الكمبيوتر يظهر بنية جزيء حمض الدنا.

الدنا لتشكيل نسختين متطابقتين عنه.

وعندما تتكاثر النباتات والحيوانات، تنقسم كلّ خلية من خلاياها إلى نسختين. وفي كلّ مرة تنشأ فيها خلية، يتمّ أيضاً نسخ حمض الدنا، بحيث أنه عندما تنقسم الخلية، يكون لكل خلية من الخليتين الجديدتين نسختها الخاصة بالتعليمات المسؤولة عن الوراثة. وبهذه الطريقة تنتقل الخصائص من الآباء إلى الأبناء. يعتبر كثير من العلماء أنّ هذا الاكتشاف هو أحد أهمّ اكتشافات القرن العشرين. وفي العام 1962 مُنح كريك وواطسون وويلكنز جائزة نوبل بالطب. ولو لم توافِ المنية روزاليند فرانكلين، في عزّ شبابها، إثر إصابتها بالسرطان، لكانت شاركتهم الجائزة.

1. يتألف حمض DNA من جديلتين على شكل لولب مزدوج يشبه سلم حبلي مفتول.

2. درجات السلم مؤلفة من أربع وحدات بنائية كيميائية تسمى قواعد ترتبط ببعضها البعض أزواجاً.

3. انفصال جديلتي الدنا.

4. قواعد إضافية تنضم إلى الأزواج المطابقة لها على الجدائل.

5. تشكل جديلتين متماثلتين.

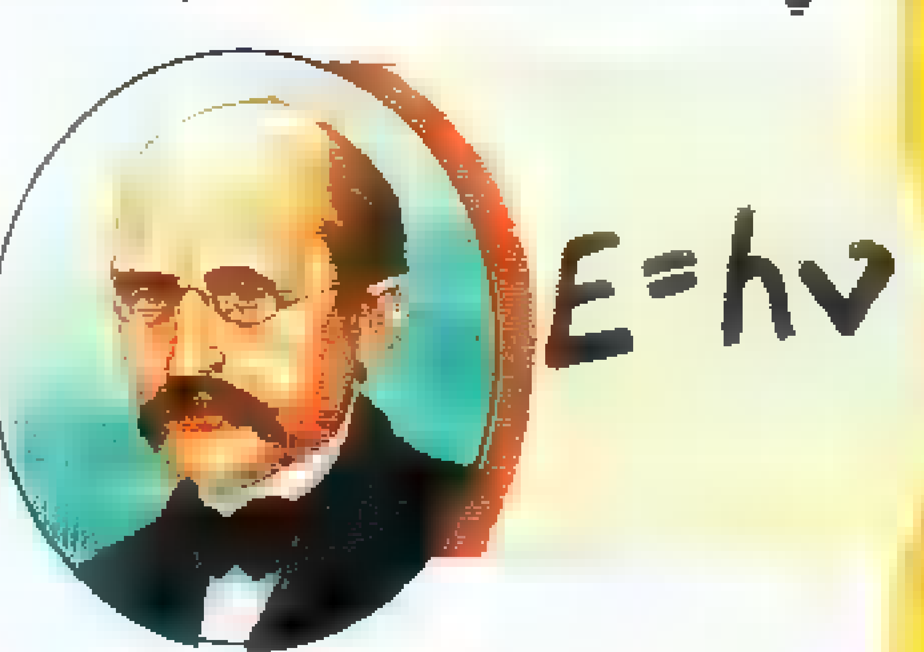
في داخل الذرة

مع نهاية القرن التاسع عشر اعتقد كثير من علماء الفيزياء أنهم على وشك تفسير تركيبة الكون. وقد وصفوا المادة على أنها حركة جسيمات دقيقة جداً وغير قابلة للانقسام تدعى ذرّات. لكن الاكتشافات الحديثة زعزعت ثقتهم، فقد اتضح لهم أن الذرات نفسها تتألف من جسيمات أصغر وأنّه لا يمكن تفسير طريقة تصرفها وفق قوانين نيوتن عن القوة والحركة (أنظر ص 22).

ولادة الفيزياء الكمومية

ولد ماكس بلانك في مدينة كييل الموجودة حالياً في ألمانيا. درس الفيزياء في جامعة ميونيخ حيث أصبح فيما بعد أستاذاً فيها. في العام 1900 نشر مقالة قدّم فيها فكرة «الطاقة المكمّمة». وانطلاقاً من عمل بلانك اقترح آينشتاين أنَّ الإشعاع الكهرمغنطيسي (أنظر ص 36) ليس مكوّناً من موجات بل هو في الواقع متقطع ومؤلف من جسيمات صغيرة جداً، أو «كَمّات»، من الطاقة.

رغم أنَّ فكرة بلانك لم تُعتبر ثورية في ذلك الوقت، فقد أدّت إلى تطوّر ميكانيك الكمّ، وهو مجموعة جديدة من القوانين تصف طريقة عمل الجسيمات الذريّة. وعلى عكس قوانين نيوتن، ينطلق ميكانيك الكمّ من الفكرة القائلة إنَّ المادة يمكن أن تتصرف كموجات أو كجسيمات.



ماكس بلانك (1947-1858).

هذه المعادلة التي وضعها آينشتاين تتضمن ثلبت بلانك (h). وهي تربط بين خصائص المادة الميكانيكية وبين خصائصها الموجية.

من موظف بسيط إلى أستاذ

يعتبر البرت آينشتاين أحد أشهر علماء القرن العشرين. كان رجلاً خجولاً اتّسم عمله بأنّه نظري غير تطبيقي. اشتهر عبر نظريتيه في النسبية وبرهانه لفكرة تكمُّم الطاقة، وكلاهما مهمّان في وصف كيفية تحرك الذرات والجسيمات الذريّة وتفاعلها.

ولد آينشتاين في مدينة أولم بألمانيا. انتقلت عائلته إلى سويسرا ودرس الفيزياء في جامعة البوليتكنيك في زوريخ. وبعد أن فشل في تأمين منصب أكاديمي، عمل كاتبا ببرن. في العام 1905، عمل آينشتاين في أوقات فراغه في تأليف ثلاث مقالات أعادت البحث في بعض أكثر الأفكار أهمية في العلم. كانت نظرياته ثورية جداً لدرجة أنّها لم تحظ بالقبول فور ظهورها. لكن سرعان ما اعترف الناس بقدراته. في العام 1909 أصبح أستاذاً في جامعة زوريخ وفي العام 1914 انتقل إلى جامعة برلين.

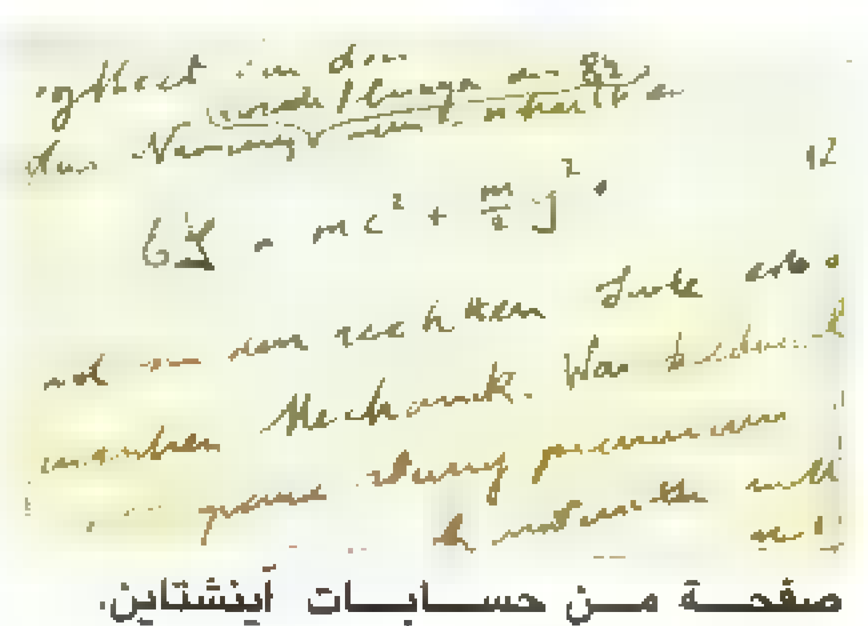
ألبرت آينشتاين (1955-1879)



جامعة برلين.

نظرياته في النسبية

أطاحت أوّل مقالة عن النسبية (المعروفة بنظرية النسبية الخاصة) بفكرة نيوتن عن المقاييس الثابتة للزمن وللحركة. أظهر آينشتاين أنَّ الحركة نسبية وأن كلّ ما يمكننا قياسه هو سرعة تحرّكنا بالنسبة إلى جسم آخر. وقال إن هناك علاقة بين كتلة الأجسام المتحركة وبين طاقتها، وقد عبّر عنها بالمعادلة $E = mc^2$، وهي تعني أنَّ الطاقة (E) المحتواة في أي جسيم مادي تساوي كتلة الجسيم (m) مضروبة بمربع سرعة الضوء (c^2). هذه الصيغة هي أساس كلّ طرق الحصول على الطاقة النووية. في العام 1915، نشر آينشتاين مقالة ثانية في النسبية (نظرية النسبية العامة)، وهي تنظر في ما يحدث عندما يزيد جسم ما من سرعته أو يخفّفها. وقد تضمنت هذه النظرية فكرة أنَّ للضوء كتلة وهو بالتالي يتأثر بالجاذبية. وتمّ إثبات هذه النظرية عندما اكتشف انحناء الضوء بفعل الجاذبية بواسطة تصوير الضوء الآتي من كوكبين خلال كسوف شمسي في العام 1919. أحدثت اكتشافات آينشتاين ضجة وجعلته مشهوراً عالمياً.



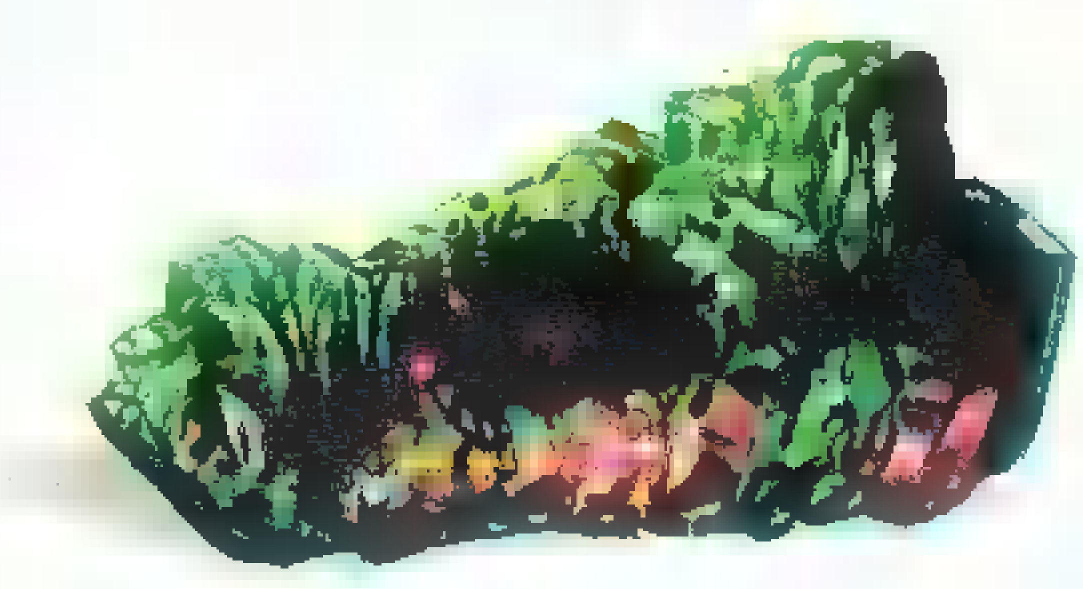
صفحة من حسابات آينشتاين.

صورة بالكمبيوتر لكسوف شمسي.

قلب الذرة

اكتسب أرنست رذرفورد أهمية من عمله التجريبي والنظري اللامع المتعلّق بنواة (قلب) الذرة ولمهاراته في المعمل المخبري. ولد رذرفورد لأبٍ مزارع نيوزيلاندي، درس في كلية كرايست تشورش حيث أجرى بحثاً اعتمد فيه على دراسة هرتز للموجات الراديوية (أنظر ص36). حصل على منحة لإتمام دراسته في جامعة كامبريدج بإنكلترا وعمل في مختبر كافنديش على الأشعة السينية المكتشفة حديثاً وعلى أشعة اليورانيوم (أنظر ص 37).

إرنست رذرفورد (1871-1937).



الأوتونيت، خام يمكن استخراج اليورانيوم منه.

عُيّن رذرفورد أستاذاً في جامعة ماكغيل بمنتريال، ثمّ عاد لاحقاً إلى بريطانيا ليشغل منصب مدير مختبر مانشستر الفيزيائي. وهناك قام بالتعاون مع فريقه بتجارب مهمة حول بنية الذرة، مستخدماً جسيمات تدعى جسيمات ألفا التي تصدرها مواد مشعّة.

جهاز استعمله رذرفورد لبعثرة جسيمات ألفا.

انطلاقاً من تجاربه وضع رذرفورد صورة مفصّلة عن الذرة. واستنتج أن معظم المادة الذرية مركّز في نواة صغيرة تقع في الوسط وتدور حولها جسيمات أخفّ منها تدعى إلكترونات، مثلما تدور الكواكب حول الشمس. في العام 1908 مُنح رذرفورد جائزة نوبل للكيمياء، وفي العام 1919 تم تعيينه مديراً لمختبر كافنديش حيث ساعد على إجراء المزيد من الأبحاث في البنية الذرية.

نموذج جديد للذرة

نشأ نيلز بور في كوبنهاغن في الدانمارك وهو ابن أستاذ في الفيزيولوجيا. مُنح شهادة الدكتوراه من جامعة كوبنهاغن وفي العام 1911 انتقل إلى مانشستر ليعمل مع رذرفورد. وبحلول العام 1913 كان قد وضع نموذجاً جديداً لبنية الذرة جمع فيه بين أفكار رذرفورد وبين ميكانيك الكمّ. أمّا اليوم فقد أصبح نموذج بور باطلاً، لكنه ما يزال يساعد على فهم طريقة تصرف الذرّات بشكل أفضل.

في العام 1913 عاد بور إلى كوبنهاغن كأستاذ للفيزياء وساعد على تطوير نظريات جديدة في ميكانيك الكمّ. كما رسم نماذج لبنية النواة وعرض لتغيرات الطاقة التي تحدث في الانشطار النووي. فاز بجائزة نوبل للفيزياء عام 1922.

نيلز بور (1885-1962)

كان بور عدواً لدوداً للفاشية، وعندما اجتاح الألمان الدانمارك عام 1940 رفض المشاركة في أبحاث نووية لحساب النازيين. وفي العام 1943 هرب خوفاً من الاعتقال إلى السويد بالسفينة ومن ثم إلى الولايات المتحدة.

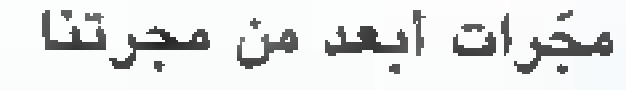


هذا الرسم يرتكز على عمل بور في بنية الذرّة. وقد أظهر أن الإلكترونات تدور حول النواة ضمن مستويات طاقة محدّدة تسمّى أحياناً طبقات

أصل الكون

منذ آلاف السنين والناس يفتشون عن أجوبة عن أسئلتهم المتعلقة بأصل الكون. ولفترة طويلة، اعتقد الكثير منهم أن الكون كان دائماً موجوداً في شكله الحالي، وأنه سيبقى دائماً كما هو. لكن الأفكار والآراء حول طبيعة الكون تتغيَّر كلما ازداد التعمق في فهم العلم. بيّنت الأدلة التي جُمعت على مدى القرون أن الكون في حالة تغيُّر دائم ولا يبقى كما هو. ويسمى العلم الذي يهتم بدراسة الكون بعلم الكون. ويدرس العلماء الكون بأكمله لاكتشاف كيفية نشأته وتطوره.

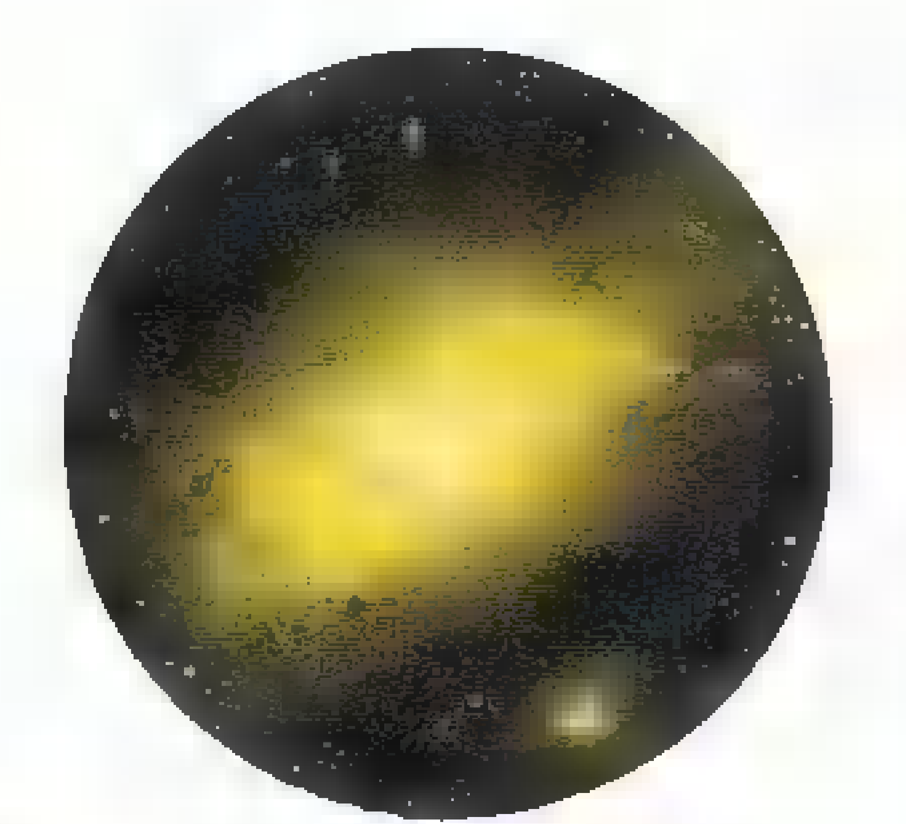
تصوِّر هذه الصفيحة البرونزية الفكرة الصينية لخلق الكون.



مجّرات أبعد من مجرتنا

ولد إدوين هابل في الولايات المتحدة الأميركية ونشأ فيها. درس القانون في جامعة شيكاغو ثم عمل محامياً لكنه تحول لاحقاً إلى علم الفلك. اشتغل ما تبقى من حياته في مرصد «ماونت ويلسون» في كاليفورنيا.

في عام 1923 فحص هابل مجرّة (مجموعة عملاقة من النجوم) حلزونية تسمى المرأة المُسَلْسَلة (أندروميدا) وفي ذلك الوقت اعتقد معظم الفلكيين أن مجرتنا المعروفة باسم درب اللبّانة



مشهد لحلزون المرأة المسلسلة.

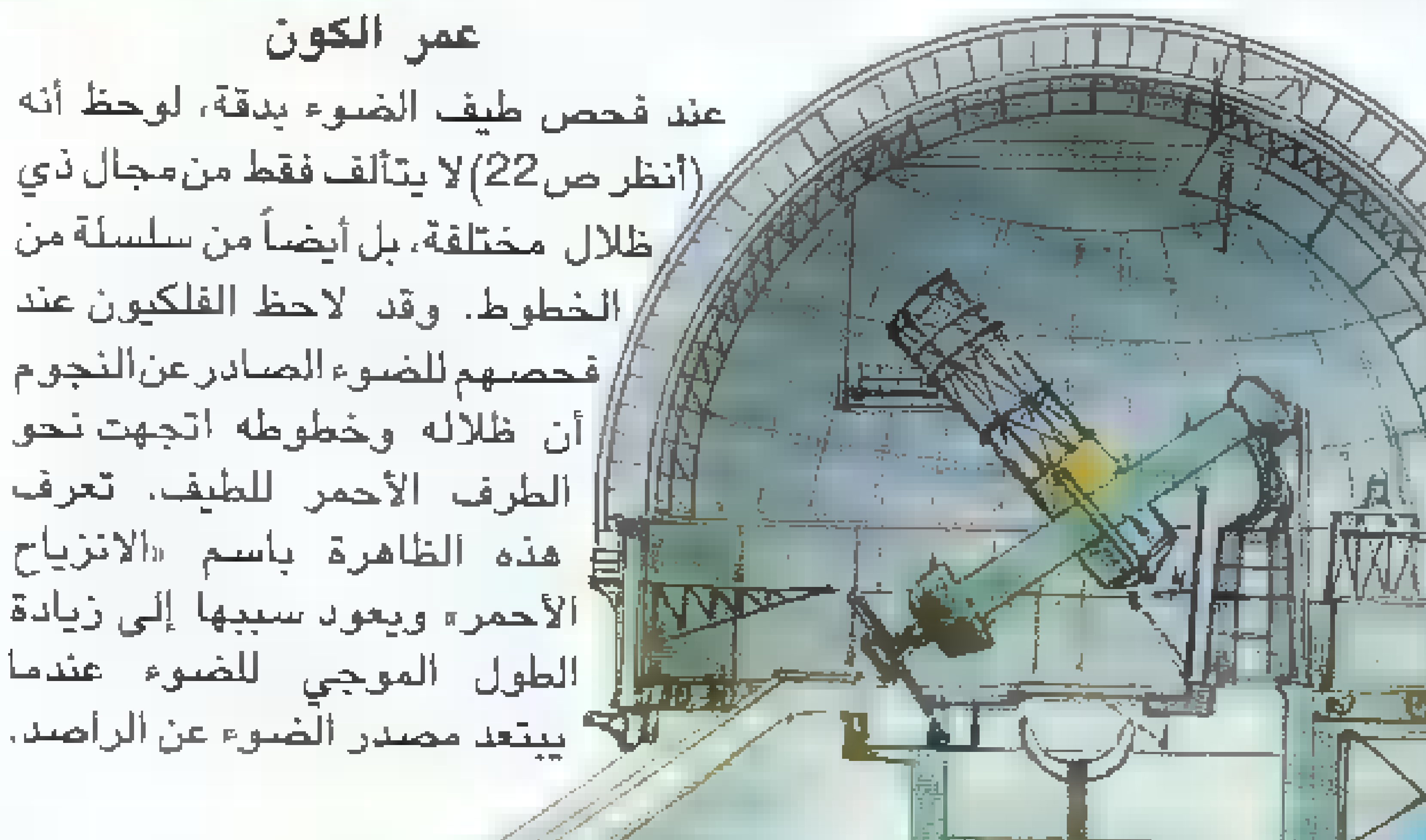
تشكّل الكون بأكمله، كما ظنّوا أن الأشكال الحلزونية، التي نعرف اليوم أنها تؤلف المجرات الأخرى، ما هي إلا سُحُب من الغازات. لكن هابل شاهد نجوماً على حافة مجرة المرأة المسلسلة وقدّر أنها تقع أبعد بكثير من درب اللبّانة. برهن عمله هذا أن حلزون المرأة المسلسلة هو مجرّة أخرى بحد ذاتها، وبناء على ذلك فإنه لا بد من وجود مجرات أخرى بعيدة عن مجرتنا. وقد أخذ هابل وآخرون يحددون بالتدريج مجرات أكثر.



تبين هذه الصورة إدوين هابل (1953-1989) جالساً عند مضابط تلسكوب ماونت ويلسون.

عمر الكون

عند فحص طيف الضوء بدقة، لوحظ أنه (انظر ص22) لا يتألف فقط من مجال ذي ظلال مختلفة، بل أيضاً من سلسلة من الخطوط. وقد لاحظ الفلكيون عند فحصهم للضوء الصادر عن النجوم أن ظلاله وخطوطه اتجهت نحو الطرف الأحمر للطيف. تعرف هذه الظاهرة باسم «الانزياح الأحمر» ويعود سببها إلى زيادة الطول الموجي للضوء عندما يبتعد مصدر الضوء عن الراصد.



مرصد ماونت ويلسون.

فكلما ازدادت السرعة التي يبتعد فيها مصدر الضوء ازداد الانزياح نحو الأحمر. أدرك هابل أنه لإحداث تأثير الانزياح هذا، لا بد أن النجوم تحرك مبتعدة عنا. ولاحظ أيضاً أن الانزياح الأحمر يزداد كلما كانت المجرات أكثر خفوتاً. وهذا يعني أنه

الطيف العادي
الأرض
موجات الضوء
النجم

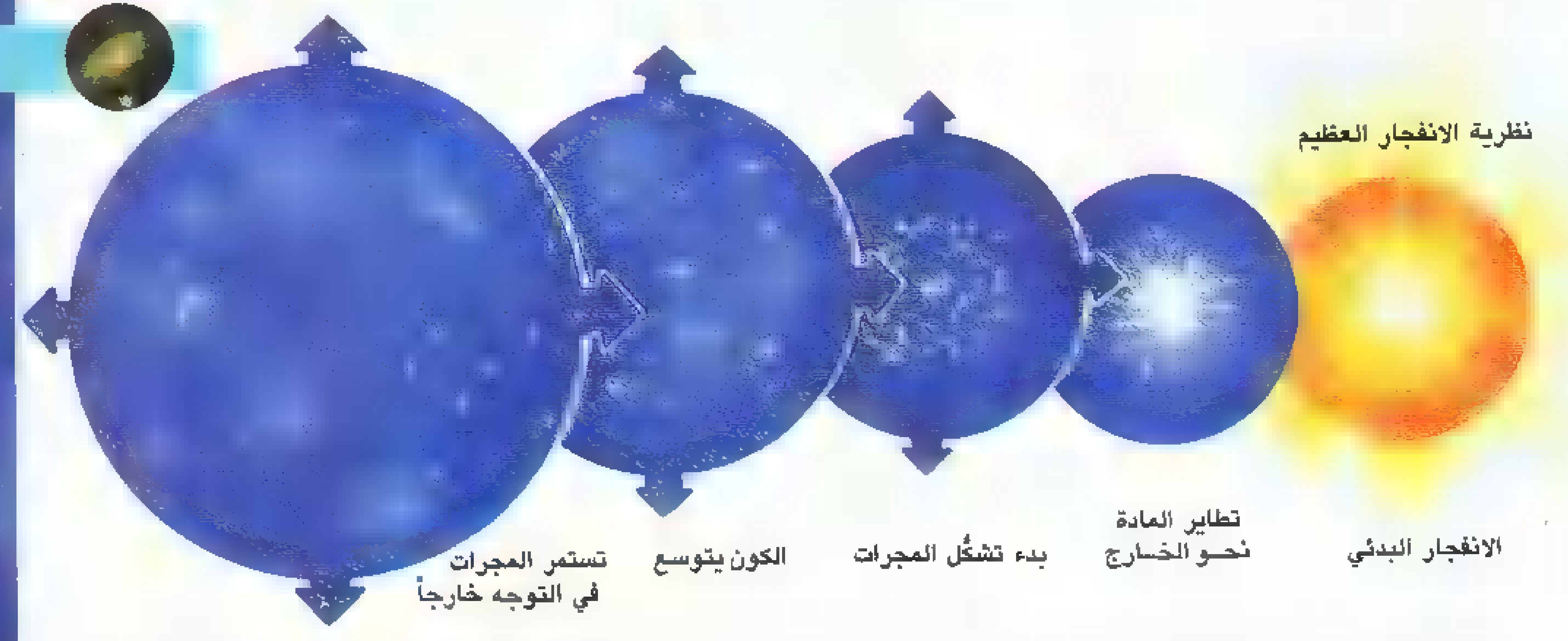
طيف الانزياح الأحمر
الأرض
موجات ضوئية أطول
النجم يبتعد

كلما كانت المجرات أكثر بُعداً كانت سرعتها أكبر.

مع حلول عام 1929 استطاع هابل قياس درجة الانزياح الأحمر التي تساعد في حساب سرعة المجرات وبُعدها عن الأرض. وقد وجد أن السرعة تزداد مع ازدياد المسافة. وهذا ما يعرف بقانون هابل. وقد وفّر عمله أول دليل على توسّع الكون، أي المفتاح إلى نظرية الانفجار العظيم (أنظر أدناه). بالإضافة إلى ذلك، فإنه حالما يتمكن الفلكيون من قياس سرعة المجرة أثناء اتجاهها نحو الخارج، فإنهم سوف يتمكنون من معرفة متى نشأ الكون. ويعتقد العلماء اليوم أن الكون نشأ قبل ما بين ستة ملايين وخمسة عشرة مليون سنة.

الانفجار العظيم

ولد جورج لومتر في بلجيكا. درس الفلك في جامعة لوفان فيها ثم تدرَّب ليصبح كاهناً. انتقل إلى جامعة كامبريدج في انكلترا ثم عُيِّن لاحقاً أستاذاً لعلم الفلك في جامعة لوفان



حيث شغل هذا المنصب بقية حياته المهنية.

في عام 1927، استعان بنظرية النسبية العامة لاينشتاين (أنظر ص 40)، وقال إن الكون لا يزال يتوسَّع، وإنه كان في فترة زمنية قديمة جداً منضغطاً إلى ذرة صغيرة جداً من المادة والطاقة. وقد دفعه ذلك إلى الافتراض أن الذرة انفجرت انفجاراً عظيماً مطلقةً الغازات الساخنة في جميع الاتجاهات. وقد عرفت هذه الفكرة فيما بعد بنظرية الانفجار العظيم. ولم تُقدَّر تماماً، في ذلك الوقت، الأهمية الحقيقية لهذه النظرية بشكل تام. إلا أن معظم العلماء اليوم يجدون فيها أفضل تفسير لأصل الكون.

جورج لومتر (1894-1966)

ومع القيام باكتشافات جديدة في الفضاء، تعرَّضت نظرية الانفجار العظيم للصقل والتعديل. ففي عام 1970 برهن كلٌ من روجر بنروز (ولد عام 1931) وستيفن هوكنغ (ولد عام 1942) أنه في حال صحة نظرية النسبية العامة لأينشتاين فإنه من الممكن وجود بداية محدَّدة للكون. عند هذه النقطة المسماة شاذة، ينعدم وجود الزمان والمكان اللذين نعرفهما. بعد الانفجار بلحظات، يصبح الكون كرة نارية حارّة إلى حدٍّ لا يصدق ثم يتمدد ويبرد حتى يتشكل، بعد مضي ملايين السنين، الهيدروجين وتليه العناصر الأخرى. في نهاية الأمر، تعمل الجاذبية على جذب الذرات إلى بعضها بعضاً وتبدأ المجرات بالتشكُّل.

من التعديلات الأخرى على نظرية الانفجار العظيم ما يسمى بنظرية الكون المتذبذب، وهي تنص على أن الكون يتوسع ويتقلص بشكل متناوب. وإذا كان هذا صحيحاً، فعند بلوغ حدّ التوسع يتوقف النمو وتعمل الجاذبية على إعادة تجميع كل شيء إلى بعضه بعضاً من جديد. وتبدأ المجرات بالانضغاط بقوة حتى لحظة حصول انفجار كوني آخر فتعود العملية كما بدأت ثانية من جديد، وهكذا دواليك.

نظرية الكون المتذبذب

الانفجار العظيم

تبدأ المجرات بالتشكل

المجـرات تبلـغ حـدّ التـوسـع

تـرتـد المجـرات نحـو بعضهـا البعض من جـديـد

الانفجـار العظيـم

نظرية الحالة المستقرة

ترعرع هرمان بوندي في فيينا بالنمسا. انتقل إلى انكلترا ودرس في جامعة كامبريدج. في عام 1954 أصبح أستاذاً للرياضيات في كنغز كولدج بلندن. في عام 1948، اقترح بوندي نظرية الحالة المستقرة التي تنص على تشكُّل مجرات جديدة في وسط الكون المتوسع لتحل محل تلك المتجهة إلى الخارج. نتيجة لذلك، أفترض أن الكون سيبقى دائماً كما هو. من ناحية ثانية، جاءت اكتشافات لاحقة لتتناقض مع هذه النظرية. مثلاً: في عام 1964 التقط عالما فلك هما روبرت ويلسون وأرنو بنزياس، إشارات راديوية خافتة من الفضاء يُعْتقد اليوم بأنها صدى للانفجار العظيم.

هرمان بوندي (ولد 1919)

ويلسون (ولد عام 1936) وبنزياس (ولد عام 1933).



نساء عالمات

بالرغم من مشاركة الكثير من النساء في تطوّر العلم على مدى التاريخ، إلا أن أعمالهن لم تحظ سوى بالقليل من التقدير. وغالباً ما كان يتم تجاهل إنجازاتهن وإسقاط أسمائهن من الكتب لأسباب عديدة. لم تستطع النساء الانتساب إلى الجامعات، وكن بعيدات عن المجتمعات والمختبرات العلمية. وبسبب ثقافتهن العلمية القليلة، لم تتمكن الكثير منهن من العمل إلا كمساعدات للعلماء الذكور. لكن وضعهن تحسن ببطء، ومع ذلك يبقى عدد النساء العاملات في العلوم أقل بكثير من عدد الرجال.

أولى النساء العالمات

بالرغم من وجود نساء طبيبات في مصر القديمة واليونان، إلا أن فرص عملهن في الطب والعلم كانت قليلة في العالم القديم. وقد قام رجال بكتابة سِيَر حياة نساء ناجحات بشكل مشوّه لا يعبر عن الحقيقة، حيث وُصفن فيها بالفاسقات والخطرات. أولى مثل هذه النساء كانت هيباتيا التي تم توثيق سيرة حياتها بشكل جيد. إلا أن معظم كتاباتها فُقدت، لكن هناك عدداً من الإشارات إليها في كتابات علماء آخرين. ولدت هيباتيا في مدينة الاسكندرية في مصر حيث علّمت الرياضيات والفلسفة. كان أكثر أعمالها أهمية في مجالي الجبر والهندسة، واهتمّت أيضاً بالميكانيكا والتكنولوجيا. بالإضافة إلى ذلك، قامت بتصميم أدوات علمية عديدة منها إسطرلاب مسطح استخدم في قياس مواقع النجوم والكواكب والشمس.

شاهد قبر لطبيبة من القرن الأول بعد الميلاد.

هيباتيا الإسكندرانية (370-415 م.) تمثال كلاسيكي.

رئيسة دير وطبيبة

كانت هيلدغارد البنجينية رئيسة دير في ألمانيا. وقد غطت ثقافتها عدداً كبيراً من المواضيع ضمت الموسيقى والطب. ألّفت الكثير من الكتب الدينية إلى جانب موسوعة عن التاريخ الطبيعي سميّت «كتاب الطب المبسّط»، وَصَفت فيها الحيوانات والمعادن ونحو 230 نبتة و 60 شجرة.

وضعت هيلدغارد عدداً من الخرائط توضح فيها تصورها للكون. وفي مخططها الأول عن الكون (المبيَّن أدناه)، تقع الأرض في الوسط محاطة بالنجوم والكواكب.



هيلدغارد البنجينية (1098-1179).

مخطط هيلدغارد الأول للكون



عالمة رياضيات مَنْسيّة

ولدت آن، كونتيسة كونواي (1631-79)، في لندن، وهي عالمة رياضيات وفيلسوفة. كان أخوها بمثابة مدرِّسها الخصوصي الذي زوّدها بالكتب وعرّفها على أفكار ديكارت (أنظر ص 19). وأصبح مقرّها الريفي ملتقى مشهوراً للعلماء. نُشِر كتاب آن كونواي «مبادىء الفلسفة القديمة والحديثة» بعد إحدى عشرة سنة من وفاتها من قبل كيميائي هولندي يدعى فرانسيس فان هلمونت، وقد احتوى على الكثير من أفكارها العلمية التي كان لها تأثير عظيم على عالِم رياضيات يدعى غوتفريد لايبنتز (1646-1716). وبالرغم من اعتراف لايبنتز بأهميتها، الا أن عمل كونواي نُسِب إلى فان هلمونت وما لبث أن دخل اسمها غياهب النسيان.



راغلي هول، المقر الريفي لليدي آن كونواي.

فلكية عَلّمت نفسها

ولدت كارولين هرْشل (1750-1848) من عائلة ألمانية جميع أفرادها من الموسيقيين. انتقلت في عام 1772 إلى انكلترا وانضمت إلى أخيها وليام، وهو فلكي. وبعد أن علّمت نفسها علمي الفلك والرياضيات بمساعدة أخيها، أصبحت مساعدته. ولاحقاً، في عام 1787 أصبحت أول امرأة تُعيَّن مساعدة في جمعية الفلكيين.

بُني هذا التلكسوب العملاق الذي صممه وليام شقيق كارولين حوالي عام 1780.



اكتشاف مذنَّبات جديدة

ذاع صيت هرشل في جميع أنحاء أوروبا كفلكية عظيمة. وإلى جانب مساهماتها المهمة مع أخيها، فقد اكتشفت بشكل مستقل عنه الكثير من المذنبات الجديدة. نالت عدداً من الجوائز تقديراً لأعمالها، منها الميدالية الذهبية للجمعية الفلكية الملكية عام 1828.

نشر الأفكار العلمية

قدمت ماري سومرفيل مساهمات مهمة في تعليم العلوم. ولدت في اسكوتلندا وعُرفت باسم «ملكة علم القرن التاسع عشر». وقد اضطرت إلى تقديم رسالتها العلمية الأولى «حول القوة المُمَغْنِطة للأشعة الشمسية الأكثر قابلية للانكسار» إلى الجمعية الملكية بواسطة زوجها بسبب الحَظْر المفروض على النساء من الانضمام إليها. في عام 1831 نشرت كتاب «آلية السماء». وهذا الكتاب إلى جانب كونه تفسيرها لعمل عالم فرنسي يدعى بيار دو لابلاس (1749-1827)، فقد احتوى الكثير من أفكارها الأصلية. وقد اعتُمد كتاباً ذا قيمة معترف بها لتدريس الرياضيات العالية حتى أواخر القرن.

الصفحة الأولى لكتاب «آلية السماء».

ماري سومرفيل (1780-1872)

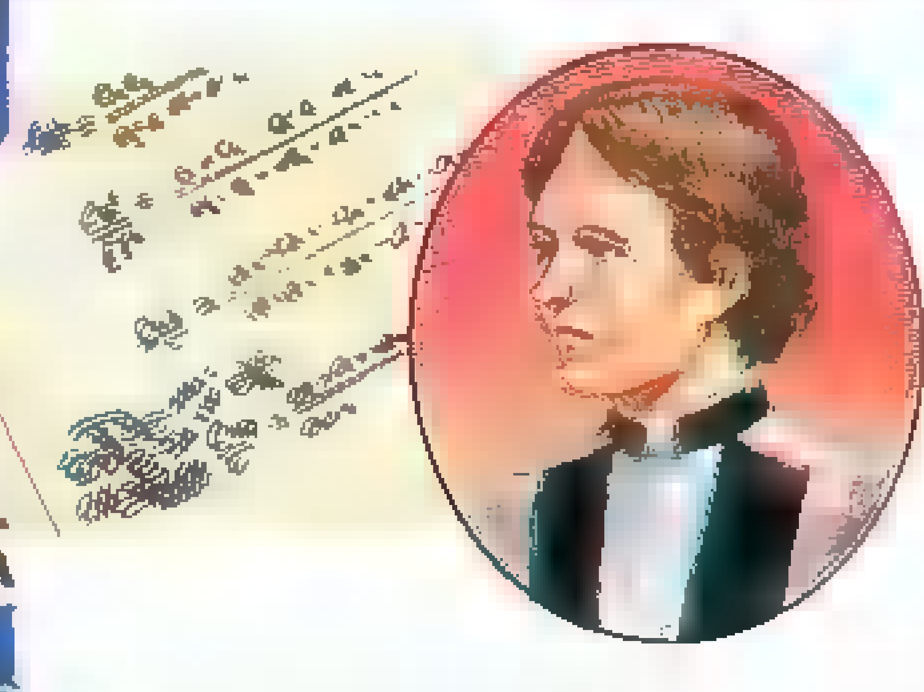
أول مبرمجة للحاسوب

ادا، كونتيسة لافلاس، وابنة الشاعر اللورد بايرون، درست الفلك واللغة اللاتينية والموسيقى والرياضيات. عملت مع عالم رياضيات انكليزي يدعى تشارلز بابدج (1792-1871) كمصممة لعمليات حسابية لالاته الحاسبة. ولأن هذه الآلات تعتبر اليوم أساس الحواسيب الحديثة، فقد اعتبرت لافلاس بطريقة أو بأخرى أول مبرمجة للحاسوب. وقد نشرت أعمالها حول الآلات وأفكارها عن استخداماتها عام 1843. ولأن نشر النساء لأعمالهن في ذلك الوقت بأسمائهن الحقيقية كان يعتبر أمراً مستهجناً، فقد اضطرت إلى توقيع أعمالها بالأحرف الأولى لاسمها. ونتيجة لذلك، ظل عملها كعالمة رياضيات، مثل الكثيرات غيرها، منسيّاً إلى حد كبير.

كونتيسة لافلاس (1815-1852).

إحباط أكاديمي

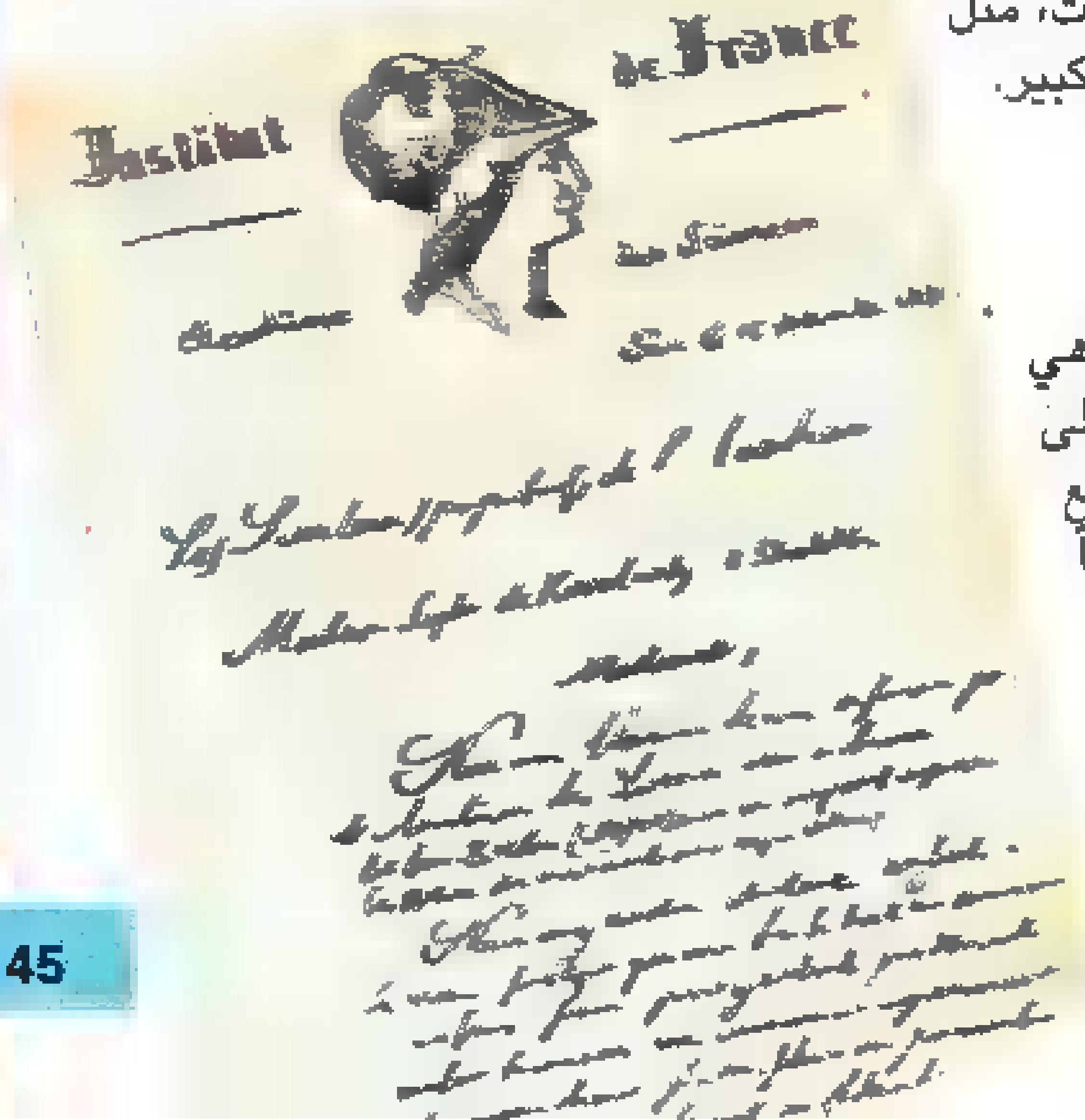
نالت صوفيا كروكوفسكي، وهي عالمة رياضيات روسية، أعلى الجوائز تقديراً لأعمالها. ومع ذلك كانت تُواجه دوماً العراقيل في مساعيها لامتهان الرياضيات. بعد زواجها من طالب في القانون يدعى فلاديمير كوفالفكسي، انتقلت معه إلى مدينة هايدلبرغ في ألمانيا. ولكونها امرأة، لم يُسمح لها بالانضمام إلى الجامعة هناك، مما اضطرها للدراسة الخصوصية. في عام 1874، منحت درجة الدكتوراه من جامعة غوتنجن ولكنها لم تتمكن من إيجاد وظيفة أكاديمية لها. في عام 1884 أصبحت كروكوفسكي أول أستاذة في جامعة ستوكهولم الجديدة في السويد.



صوفيا كروكوفسكي (1850-1891) وبعض من حساباتها الرياضية.

منحت عام 1888 جائزة بوردان، وهي أرفع جائزة تمنحها الأكاديمية الفرنسية للعلوم (هي جزء من معهد فرنسا، أنظر ص 21)، تقديراً لأعمالها في الرياضيات. ورغم ذلك لم تتوفق في تأمين عمل لها في فرنسا، فقررت الاستقالة من وظيفتها في ستوكهولم وتكريس وقتها للبحث العلمي. لكنها سرعان ما أصيبت بمرض وتوفيت متأثرة به.

الرسالة التي أعلنت منح كروكوفسكي جائزة بوردان.



تواريخ أساسية في الاكتشاف العلمي

تواريخ قبل الميلاد

4214 ق.م. أول سنة أمْكن فيها تأريخ الحوادث بدقة، بمساعدة التقويم المصري.

حوالي 2630 ق.م. إمحوتب يصبح مستشاراً طبياً لفرعون مصر زوسر.

حوالي 1000 ق.م. أول سجلات عن المعرفة الصينية لعلم الفلك.

حوالي 700 ق.م. جمع النسخة الأصلية لكتاب الأيورفيدا، وهو كتاب طبي هندي قديم.

حوالي 600 ق.م. طاليس الميلاطي يحاول إيجاد تفسيرات عقلانية لظواهر طبيعية.

515 ق.م. ولادة الفيلسوف الصيني كونفوشيوس.

حوالي 500 ق.م. فيثاغورس يشدِّد على الأهمية الرمزية للأعداد والتناغم في الكون.

حوالي 450 ق.م. ولادة أبقراط الذي أصبح لاحقاً طبيباً نافذاً في جزيرة كوس.

399 ق.م. وفاة سقراط أحد أكثر فلاسفة اليونان أهمية.

387 ق.م. الفيلسوف أفلاطون يؤسس الأكاديمية في أثينا.

حوالي 335 ق.م. أرسطو يؤلف كتباً علمية مهمة حول التاريخ الطبيعي وبنية الكون.

287 ق.م. ولادة أرخميدس وهو عالم رياضيات ومخترع.

تواريخ بعد الميلاد

150 بطليموس يؤلف كتاب المجسطي حول حركات النجوم والكواكب.

161 عالم التشريح اليوناني جالينوس ينتقل إلى روما حيث يصبح طبيباً مشهوراً.

حوالي 600 حضارة المايا تزدهر في أميركا الوسطى.

813 تأسيس مدرسة الفلك في بغداد.

حوالي 854 ولادة الرازي، أعظم الخيميائين العرب.

965 ولادة ابن الهيثم، فيزيائي مسلم مشهور لأعماله في البصريات.

1253 وفاة روبرت غروستست، معلم الرياضيات والعلوم.

1264 توما الأكويني يوفِّق بين الفكر المسيحي وتعاليم أرسطو.

1267 روجر بيكون يتحدى سلطة الثقافة المسيحية التقليدية.

1452 ولادة ليوناردو دافينشي، مخترع وفنان.

1527 باراسيلسوس يصبح أستاذاً للطب في جامعة بال.

1543 كوبرنيكوس ينشر نظريته التي تنص على أن الكواكب تدور حول الشمس وليس حول الأرض.

أندرياس فيزاليوس يقدِّم دليلاً جديداً لعلم التشريح البشري.

1551 كونراد فون جيسنر يشرع بإصدار دراسته الشاملة حول مملكة الحيوان.

1574 تيكو براهي يبني مرصداً فلكياً على جزيرة هفن.

1596 ولادة رينيه ديكارت، عالم رياضيات وفيلسوف.

1610 غاليليو غاليلي ينشر كتابه «الرسول النجمي» ويدور حول اكتشافاته الفلكية التي قام بها مستخدماً التلسكوب.

1616 وليام هارفي يحاضر حول الدورة الدموية.

1618 جوهانس كبلر ينشر قوانينه واصفاً المدارات الاهليلجية للكواكب الموجودة حول الشمس.

1627 نشر كتاب فرانسيس بيكون «الاطلنتيس الجديدة» الذي ضم أفكاره النافذة حول دور العلم في المجتمع.

1632 غاليليو ينشر كتاب «حول النظامين العالميين الأساسيين» الذي يصف حركة الأرض حول الشمس.

1642 وفاة غاليليو.

ولادة اسحق نيوتن.

1644 نشر أهم عمل علمي لديكارت «مبادىء الفلسفة».

1661 روبرت بويل يفترض أن المادة مؤلفة من جسيمات صغيرة في كتابه «الكيميائي المتشكك».

1661 تأسيس الجمعية الملكية في لندن.

1665 نشر كتاب روبرت هوك «رسوم مجهرية» الذي يضم رسومات مفصّلة رسمها بمساعدة المجاهر.

1666 تأسيس الأكاديمية الملكية للعلوم في فرنسا.

1682 إدموند هالي يرسم مدار مذنب ويصفه، وقد سمّي هذا المذنب باسمه من بعده.

1687 نشر كتاب اسحق نيوتن «المبادىء» الذي يصيغ فيه قوانينه حول الجاذبية الكونية.

1703 نيوتن يصبح رئيس الجمعية الملكية ويحتفظ بهذا المركز حتى وفاته عام 1727.

1704 نيوتن ينشر كتابه «البصريات» ويدور حول العدسات والضوء.

جون راي ينجز تصنيفه لـ 17000 نبتة.

1705 فرانسيس هوكسبي يولِّد وَمَضات من الكهرباء بواسطة فرك كرة مفرغة.

1729 ستيفن غراي يوصِّل الكهرباء إلى مسافات بعيدة.

1745 اختراع جرة لايدن وهي جهاز يخزِّن الكهرباء.

1748 جورج دو بوفون ينجز مسحه للتاريخ الطبيعي في 36 مجلداً.

1752 بنجامين فرانكلين يُبيِّن أن البرق سببه الكهرباء.

1753 كارل لينيوس ينشر نظام التسمية الثنائية لتصنيف النباتات.

1756 جوزيف بلاك يكتشف أن «الهواء الثابت» (ثاني أكسيد الكربون) يمكن إنتاجه بواسطة تسخين مواد كيميائية.

1774 جوزيف بريستلي يعزل الغاز المعروف اليوم بالأكسجين مسمّياً إياه «الهواء غير الملتهب».

1775 إبراهام ڤيرنر يؤسس مدرسة لعلم المعادن في فريبرغ ويطور تدريجياً النظرية النبتونية للتغيُّر الجيولوجي.

1779 انطوان لاڤوازييه يؤكد وجود «الهواء غير الملتهب» ويعيد تسميته بالأكسجين.

1787 كارولين هرشل تتلقى تقديراً ملكياً لمساهماتها في علم الفلك.

1789 نشر كتاب لاڤوازييه «طرق تسمية العناصر الكيميائية» وفيه قائمة من 33 عنصراً وتقديم للنظام الجديد لتسميتها.

1791 لويجي غالفاني ينشر نتائج تجاربه الكهربائية على الضفادع.

1795 جايمس هوتون يشكك في كتابه «نظرية الأرض» في القصة التي وردت في التوراة حول الخلق. ويقترح عوضاً عنها التغيُّر الجيولوجي الذي حدث على مدى ملايين السنين.

1796 إدوارد جينر يلقح فتىً ضد الجدري.

1799 أليساندرو فولتا يبني أول بطارية كهربائية.

1808 نشر كتاب جون دالتون «نظام جديد للفلسفة الكيميائية» الذي يحوي أفكاراً جديدة مهمة حول النظرية الذرية.

1809 جون دولامارك ينشر تفسيره لعملية التغيُّر في الكائنات الحية، وفكرته القائلة بإمكانية توارث الصفات المكتسبة.

1820 هانس أورستد يُبَيِّن أن للتيار الكهربائي تأثيراً مغنطيسياً على إبرة البوصلة.

1824 جوستوس فون لايبغ يبني مختبراً للأبحاث في مدينة غيسَن في ألمانيا.

1831 تعيين تشارلز لايل أستاذاً للجيولوجيا في كينغز كولدج في لندن. تشارلز داروين ينطلق في رحلته على السفينة الملكية بيغل.

مايكل فاراداي يولِّد تياراً كهربائياً من مغنطيس متحرك.

1843 آدا لافلاس تنشر عملها الرياضي (في الرياضيات).

1858 داروين يتلقى مخطوطة ألفرد والاس حول الانتقاء الطبيعي.

1859 داروين ينشر كتابه «حول أصل الأنواع بالانتقاء الطبيعي» الذي يحتوي على نظرياته في التطور.

1867 جوزيف ليستر يصف نجاحه في التخفيف من الالتهابات باستعمال المطهِّرات.

1868 غريغور مندل ينهي بحثه على نبتة البسلّى الذي شكّل أساس النظرية الوراثية الجديدة.

1869 ديمتري مندلييف يضع الجدول الدوري للعناصر.

1871 داروين ينشر كتابه الثاني حول التطور «أصل الإنسان».

1872 جايمس ماكسويل يستعمل المعادلات الجبرية لتكميم نظريات فاراداي الكهربائية.

1882 روبرت كوخ يكتشف فيروس الكوليرا.

1885 لويس باستور ينقذ حياة طفل مصاب بالكَلَب باستخدام اللقاحات.

1886 هاينترتش هرتز يبدأ أبحاثاً تثبت وجود موجات راديوية.

1888 صوفيا كروكوفسكي تفوز بجائزة بوردان.

1895 وليهلم رونتجن يكتشف الأشعة السينية.

1896 انطوان بكريل يكتشف أن اليورانيوم نشط إشعاعياً.

1900 ماكس بلانك يطرح فكرة «تكميم الطاقة».

1905 ألبرت اينشتاين ينشر ثلاث رسائل علمية تحوي النظرية الخاصة في النسبية.

1910 تجارب توماس مورغان على ذباب الفواكه تؤكد أفكار مندل حول الوراثة.

1911 ماري كوري تنال جائزة نوبل لعملها على النشاط الإشعاعي وبذلك تصبح أول شخص ينال هذه الجائزة مرتين.

أرنست رذرفورد يبيِّن أن للذرات نواة مركزية.

1913 نيلز بور يقترح نموذجاً جديداً لذرة الهيدروجين.

1915 ألفرد ويغنر ينشر نظريته عن الانزياح القاري.

1919 أينشتاين ينشر رسالته حول النسبية العامة.

1923 إدوين هابل يبرهن وجود مجرات إلى جانب مجرتنا.

1927 جورج لومتر يقترح أن الكون يتمدد باستمرار.

1928 ألكسندر فليمنغ يلاحظ أن مادة تدعى البنسيلين تقتل الجراثيم.

1929 هابل يبيِّن أن المجرات تبتعد عن بعضها بعضاً، وهو أساس نظرية الانفجار العظيم.

1948 هرمان بوندي وتوماس غولد يقترحان نظرية الحالة المستقرة للكون.

1953 فرانسيس كريك وجايمس واطسون يكتشفان بنية جزيء الدنا.

1963 اختبارات جيولوجية تؤكد على صحة أفكار ويغنر، وتثبت نظرية تكتونية الألواح.

1964 روبرت ويلسون وأرنو بنزياس يكتشفان الضجيج الراديوي الآتي من الفضاء، الذي يعتقد بأنه صدى للانفجار العظيم.

أكاديميا هي العلامة التجارية لأكاديميا إنترناشيونال
للنشر والطباعة

العلماء من أرخميدس إلى إينشتاين

أكاديميا انترناشيونال
الفرع العلمي من دار الكتاب العربي
ص.ب. 6669-113 بيروت، لبنان
تلكس 40139 LE KITAB
هاتف 800832-800811-862905
فاكس 1431 478-212-01

ACADEMIA is the Trade Mark of Academia International
for Publishing and Printing

Authorized translation from English Language Edition:
Scientists From Archimedes to Einstien

Academia International
Scientific Division of Dar Al-Kitab Al-Arabi
P.O. Box 113-6669 Beirut, Lebanon
Telex 40139 LE KITAB
Tel 800832-800811-862905
Fax 01-212-478 1431

عظماء العالم

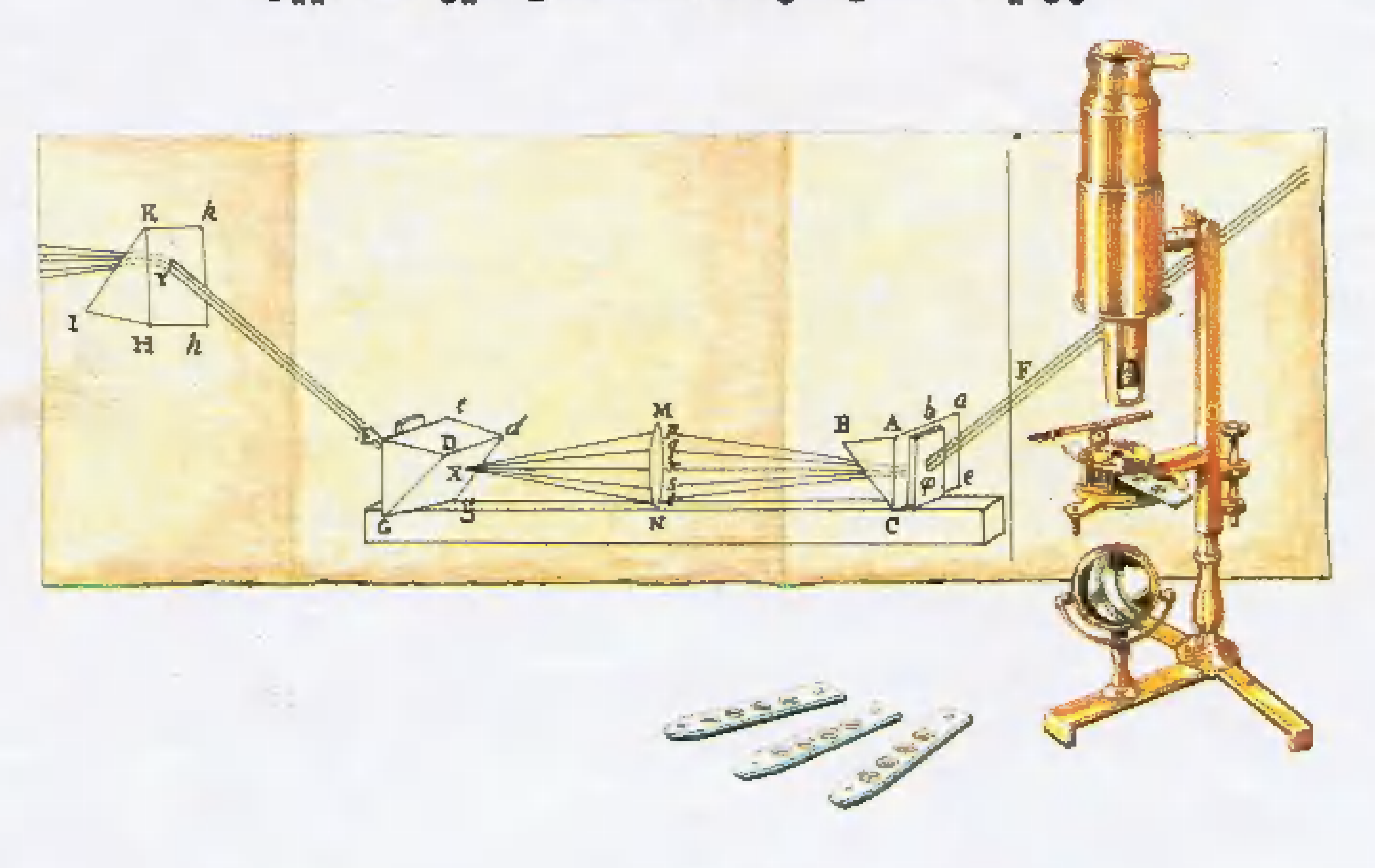
العلماء

من أرخميدس إلى أينشتاين

يلقي هذا الكتاب الضوء على الرجال والنساء الذين غيّرت أبحاثهم واكتشافاتهم العالم، متتبعاً تاريخ الأفكار العلمية منذ الحضارات القديمة وحتى الوقت الحاضر.

وهو يتضمن، فضلاً عن الإنجازات العلمية الغربية المذكورة فيه، مواضيع عن أفكار شرقية وهندية وشرق أوسطية قديمة. وبالإضافة إلى ذلك يتطرق إلى سِيَر حياة معظم العلماء المشهورين وحياتهم المهنية، كما يقدم نبذة عن حياة علماء أقل شهرة ومنهم بعض النساء العالمات اللواتي طواهنّ النسيان مدة طويلة.

من أرسطو إلى اينشتاين، من الكواكب إلى البنسلين، يستعرض هذا الكتاب دنيا العلم الساحرة بأسلوب حيّ وسهل مرفقٍ برسومات توضيحية مفصّلة تساعد على رواية قصص هؤلاء الأشخاص غير العاديين.



أكاديميا